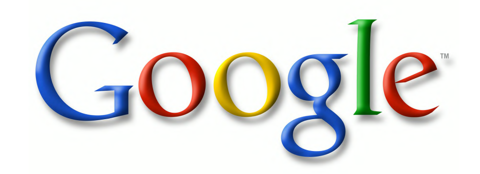





UNIVERSITEITSBIBLIOTHE... GENT
Digitized by Google



M.

Nous avons l'honneur de vous prévenir que la quatrième livraison des *Œuvres de Buffon*, qui comprend le 3e. volume, sera en vente le 15 février; la cinquième, qui formera le 7e. volume avec environ 30 planches, paroîtra le 20 mars.

Notre édition est irrévocablement fixée à 12 volumes. Nous prenons l'engagement formel de fournir gratis à nos souscripteurs tous les volumes qui dépasseroient ce nombre.

L'accueil favorable que le public a fait à notre entreprise exige de nos planches en taille-douce un tirage proportionné au grand nombre de nos souscripteurs. Il doit en résulter nécessairement une différence sensible entre les épreuves du premier tirage et celles qu'on obtient sur la fin. Celles-ci nous ont attiré quelques réclamations que nous tâcherons de prévenir, mais qu'il nous seroit impossible d'éviter, si les amateurs de belles épreuves ne s'empressoient de retirer leurs exemplaires sitôt la mise en vente des livraisons.

Nous avons l'honneur de vous saluer,

RAPET et C.ie,

Editeurs, rue St.-André-des-Arcs, n°. 41. A PARIS.

Ordre dans lequel paroîtront les Livraisons.

La 1re. est en vente et se compose du 1er. vol. *Matières générales.*

La 2me. . . . *idem.* . . . du 2me. vol. idem.

La 3me. . . . *idem.* . . . du 6me. vol. *les Quadrupèdes*, avec 23 planch.

La 4me. paroîtra le 15 fév. et se composera du 3me. vol. *Minéraux.*

La 5me. *idem.* le 20 mars, formera le 7me. vol. *Quadrupèdes*, avec 27 pl.

La 6me. . . . . *idem.* . le 4me. vol. *Minéraux*, et *Mémoires sur les Bois.*

La 7me. . . . . *idem.* . le 8me. vol. *Animaux*, avec 32 pl.

La 8me. . . . . *idem.* . le 5me. vol. *l'Histoire de l'Homme.*

La 9me. . . . . *idem.* . le 9me. vol. *Oiseaux*, avec 32 à 34 pl.

La 10me. . . . . *idem.* . le 10me. vol. *Oiseaux*, avec 32 à 34 pl.

La 11me. . . . . *idem.* . le 11me. vol. *Oiseaux*, avec 32 à 34 pl.

La 12me. . . . . *idem.* . le 12me. et dernier volume, comprendra *les Oiseaux*, avec 28 à 30 planches. — Le Discours sur les progrès des Sciences naturelles, par M. le comte de Lacepède, avec la Table générale.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

DE L'IMPRIMERIE DE DOUBLET.

ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON,

Mises en ordre, précédées d'une Notice sur la vie de l'Auteur, et suivies d'un Discours intitulé : VUE GÉNÉRALE DES PROGRÈS DE PLUSIEURS BRANCHES DES SCIENCES NATURELLES DEPUIS LE MILIEU DU DERNIER SIÈCLE ;

PAR M. LE COMTE DE LACEPÈDE.

NOUVELLE ÉDITION,

ORNÉE DE NOUVELLES ET SUPERBES FIGURES.

TOME TROISIÈME.

PARIS,

RAPET ET Cie, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARCS, N°. 41.

1818.

HISTOIRE NATURELLE.

DES ARGILES ET DES GLAISES.

L'ARGILE, comme nous venons de l'avancer, doit son origine à la décomposition des matières vitreuses qui, par l'impression des élémens humides, se sont divisées, atténuées et réduites en terre. Cette vérité est démontrée par les faits. 1°. Si l'on examine les cailloux les plus durs, et les autres matières vitreuses exposées depuis long-temps à l'air, on verra que leur surface a blanchi, et que dans cette partie extérieure le caillou s'est ramolli et décomposé, tandis que l'intérieur a conservé sa dureté, sa sécheresse et sa couleur. Si l'on recueille cette matière blanche en la raclant, et qu'on la détrempe avec de l'eau, l'on verra que c'est une matière qui a déjà pris le caractère d'une terre spongieuse et ductile, et qui approche de la nature de l'argile. 2°. Les laves des volcans et de tous nos verres factices, de quelque qualité qu'ils soient, se convertissent en terre argileuse[1]. 3°. Nous voyons les sables des granites et des grès, les paillettes du mica, et même les jaspes et les cailloux les plus durs, se ramollir, blanchir par l'impression de l'air, et prendre à leur surface tous les caractères de cette terre; et l'argile, pénétrée par les pluies, et mêlée avec le limon des

[1] « Une partie des laves de la Solfatare (près de Naples) est convertie en ar-« gile; il y a des morceaux dont une partie est encore lave, et l'autre partie est « changée en argile...... On y voit encore des schorls blancs en forme de grenat, « dont quelques-uns sont également convertis en argile...... Ce changement des « matières vitreuses en argile par l'intermède de l'acide sulfureux (ou vitriolique), « qui les a pénétrées, en quelque façon dissoutes, est sans doute un phénomène « remarquable et très-intéressant pour l'histoire naturelle. » (*Lettres de M. Ferber sur la minéralogie*, page 259.)

M. Ferber ajoute qu'une partie de cette argile est molle comme une terre, et que l'autre est dure, pierreuse, et assez semblable à une pierre à chaux blanche; c'est vraisemblablement cette fausse apparence qui a fait dire à M. Fougeroux de Bondaroy (*Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1765) que les pierres de la Solfatare étoient calcaires. M. Hamilton a fait la même méprise; mais il paroît certain, dit le savant traducteur des *Lettres de Ferber*, que le plancher de la Solfatare et les collines qui l'environnent, ne sont composés que de produits volcaniques, convertis par les vapeurs du soufre en terre argileuse.

rosées et avec les débris des végétaux, devient bientôt une terre féconde.

Tous les micas, toutes les exfoliations du quarz, du jaspe, du feldspath et du schorl, tous les détrimens des porphyres, des granites et des grès, perdent peu à peu leur sécheresse et leur dureté; ils s'atténuent et se ramollissent par l'humidité, et leurs molécules deviennent à la fin spongieuses et ductiles par la même impression des élémens humides. Cet effet qui se passe en petit sous nos yeux, nous représente l'ancienne et grande formation des argiles après la première chute des eaux sur la surface du globe : ce nouvel élément saisit alors toutes les poudres des verres primitifs; et c'est dans ce temps que se fit la combinaison qui produisit l'acide universel par l'action du feu dont la terre et l'eau étoient également pénétrées, puisque la terre étoit encore brûlante, et l'eau plus que bouillante.

L'acide se trouve en effet dans toutes les argiles, et ce premier produit de la combinaison du feu, de la terre et de l'eau, indique assez clairement le temps de la chute des eaux, et fixe l'époque de leur premier travail; car aucune des antiques matières vitreuses en grandes masses, telles que les quarz, les jaspes, ni même les granites, ne contient l'acide : par conséquent aucune de ces matières antérieures aux argiles n'a été touchée ni travaillée par l'eau, dont le seul contact eût produit l'acide par la combinaison nécessaire de cet élément avec le feu qui embrasoit encore la terre [1].

L'argile seroit donc par elle-même une terre très-pure, si, peu de temps après sa formation, elle n'eût été mêlée, par le mouvement des eaux, de tous les débris des productions qu'elles firent bientôt éclore; ensuite, après la retraite des eaux, toutes les ar-

[1] Cette origine peut seule expliquer la triple affinité de l'acide avec le feu, la terre et l'eau, et sa formation par la combinaison de ces trois élémens, l'eau n'ayant pu s'unir à la terre vitreuse sans se joindre en même temps à la portion de feu dont cette terre étoit empreinte; j'observai de plus l'affinité marquée et subsistante entre les matières vitrescibles et l'acide argileux ou vitriolique, qui, de tous les acides, est le seul qui ait quelque prise sur ces substances : on a tenté leur analyse au moyen de cet acide; mais cette analyse ne prouvera rien de plus que la grande analogie établie entre le principe acide et la terre vitrescible, dès le temps où il fut universellement engendré dans cette terre à la première chute des eaux Ces grandes vues de l'histoire naturelle confirment admirablement les idées de l'illustre Stahl, qui, de la seule force des analogies, et du nombre des combinaisons où il avoit vu l'acide vitriolique se travestir et prendre la forme de presque tous les autres acides, avoit déjà conclu qu'il étoit le principe salin primitif, principal, universel. (*Remarque de M. l'abbé Bexon.*)

giles dont la surface étoit découverte, reçurent le dépôt des poussières de l'air et du limon des pluies. Il n'est donc resté d'argiles *pures* que celles qui dès-lors se trouvoient recouvertes par d'autres couches, qui les ont défendues de ces mélanges étrangers. La plus pure de ces argiles est la blanche; c'est la seule terre de cette espèce qui ne soit pas mélangée de matières hétérogènes : c'est un simple détriment du sable quarzeux, qui est aussi réfractaire au feu que le quarz même duquel cette argile tire son origine. La belle argile blanche de Limoges, celle de Normandie dont on fait les pipes à fumer, et quelques autres argiles pures, quoiqu'un peu colorées, et dont on fait les creusets et pots de verrerie, doivent être regardées comme des argiles pures, et sont à peu près également réfractaires à l'action du feu : toutes les autres argiles sont mélangées de diverses matières qui les rendent fusibles et leur donnent des qualités différentes de celles de l'argile pure; et ce sont ces argiles mélangées auxquelles on doit donner le nom de *glaises*.

La Nature a suivi pour la formation des *argiles les mêmes procédés* que pour *celle des grès : les grès les plus purs et les plus* blancs *se sont formés par la simple* réunion des sables quarzeux sans mélange, tandis que les grès impurs ont été composés de différentes matières mêlées avec ces sables quarzeux et transportées ensemble par les eaux ; de même les argiles blanches et pures ne sont formées que des détrimens ultérieurs des sables du quarz, du grès et du mica, dont les molécules, très-atténuées dans l'eau, sont devenues spongieuses et ont pris la nature de cette terre, au lieu que les glaises, c'est-à-dire, les argiles impures, sont composées de plusieurs matières hétérogènes que l'eau y a mêlées, et qu'elle a transportées ensemble pour en former les couches immenses qui recouvrent presque partout la masse intérieure du globe. Ces glaises servent aussi de fondement et de base aux couches horizontales des pierres calcaires; et de même qu'on ne trouve que peu de grès purs en comparaison des grès mélangés, on ne trouve aussi que rarement des argiles blanches et pures, au lieu que les glaises ou argiles impures sont universellement répandues.

Pour reconnoître par mes yeux dans quel ordre sont établis les dépôts successifs et les différentes couches de ces glaises, j'ai fait faire une fouille [1] à cinquante pieds de profondeur dans le

---

[1] La ville de Montbard est située au milieu d'un vallon, sur une montagne isolée de toutes parts, et ce monticule forme, entre les deux chaînes de montagnes qui bornent ce vallon dans sa longueur, deux espèces de gorges : ce fut dans l'une de ces gorges qui est du côté du midi, qu'au mois d'août 1774 M. de Buffon fit faire

milieu d'un vallon surmonté des deux côtés par des collines de même glaise, couronnées de rochers calcaires jusqu'à trois cent cinquante ou quatre cents pieds de hauteur, et j'ai prié un de nos bons observateurs en ce genre de tenir registre exact de ce que cette fouille présenteroit. Il a eu la bonté de le faire avec la plus grande attention, comme on peut le voir par la note qu'il m'en a

---

une fouille de cinquante pieds de profondeur, et de six pieds de large en carré. Le terrain où l'on creusa est inculte de temps immémorial, c'est un espace vague qui sert de pâturage; et quoique ce terrain paroisse à l'œil à peu près au niveau du vallon, il est cependant plus élevé que la rivière qui l'arrose, d'environ trente pieds, et de huit pieds seulement plus qu'un petit étang qui n'est éloigné de cette fouille que de cinquante pas.

Après qu'on eut enlevé le gazon, on trouva une couche de terre brune, d'un pied d'épaisseur, sous laquelle étoit une autre couche de terre grasse, ductile, d'un jaune foncé et rougeâtre, presque sans aucun gravier, qui étoit épaisse d'environ trois pieds.

L'argile étoit stratifiée immédiatement sous ces couches limoneuses, et les premiers lits, qui n'avoient que deux ou trois pouces d'épaisseur, étoient formés d'une terre grasse d'un gris bleuâtre, mais marbré d'un jaune foncé, de la couleur de la couche supérieure; ces lits paroissoient exactement horizontaux, et étoient coupés comme ceux des carrières, par des fentes perpendiculaires, qui étoient si près les unes des autres, qu'il n'y avoit pas entre les plus éloignées un demi-pouce de distance : cette terre étoit très-humide et molle; on y trouva des bélemnites et une très-grande quantité de petits *peignes* ou *coquilles de Saint-Jacques*, qui n'avoient guère plus d'épaisseur qu'une feuille de papier, et pas plus de quatre ou cinq lignes de diamètre; ces coquilles étoient cependant toutes très-entières et bien conservées, et la plus grande partie étoit adhérente à une matière terreuse qui augmentoit leur épaisseur d'environ une ligne; mais cette croûte terreuse, qui n'étoit qu'à la partie convexe de la coquille, s'en séparoit en se desséchant, et on la distinguoit alors facilement de la vraie coquille. On y trouva encore de petits pétoncles de l'espèce de ceux qu'on nomme *cunei*, et ces coquilles étoient placées non pas dans les fentes horizontales des couches, mais entre leurs petites stratifications, et elles étoient toutes à plat et dans une situation parallèle aux couches. Il y avoit aussi dans ces mêmes couches, des pyrites vitrioliques ferrugineuses qui étoient aplaties et terminées irrégulièrement, et qui n'étoient point formées intérieurement par des rayons tendant au centre comme elles le sont ordinairement : la coupe de ces terres s'étant ensuite desséchée, les couches limoneuses se séparèrent par une grande gerçure des couches argileuses.

A huit pieds de profondeur, on s'aperçut d'une petite source d'eau qui avoit son issue du côté de l'étang dont on a parlé, mais qui disparut le lendemain : on remarqua qu'à cette profondeur les couches commençoient à avoir une plus grande épaisseur, que leur couleur étoit plus brune, et qu'elles n'étoient plus marbrées de jaune intérieurement, comme les premières; cette couleur ne paroissoit plus qu'à la superficie, et ne pénétroit dans les couches que de l'épaisseur de quelques lignes, et les fentes perpendiculaires étoient plus éloignées les unes des autres. La superficie des couches parut, à cette profondeur, toute parsemée de paillettes brillantes, transparentes et séléniteuses; ces paillettes, à la chaleur du soleil, devenoient presque dans l'instant blanches et opaques. Ces couches contenoient les mêmes espèces de coquillages que les précédentes, et à peu près dans la même quantité. On y trouva aussi un grand nombre de racines d'arbres aplaties et pour-

remise, et qui suffira pour donner une idée de la disposition des différens lits de glaise et de la nature des matières qui s'y trouvent mêlées, ainsi que des concrétions qui se forment entre les couches, ou dans les fentes perpendiculaires qui en divisent la masse.

On voit que je n'admets ici que deux sortes d'argiles, l'une

---

ries, dans lesquelles les fibres ligneuses étoient encore très-apparentes, quoiqu'il n'y ait point actuellement d'arbres dans ce terrain, et jusque-là on n'aperçut, dans ces couches, ni sable, ni gravier, ni aucune sorte de terre.

Depuis huit pieds jusqu'à douze, les couches d'argile se trouvèrent encore un peu plus brunes, plus épaisses et plus dures. Outre les coquilles des couches supérieures dont on a parlé, il y avoit une grande quantité de petites pétoncles à stries demi-circulaires, que les naturalistes nomment *fasciati*, dont les plus grandes n'avoient qu'un pouce de diamètre, et qui étoient parfaitement conservées entre ces couches; et, à dix pieds de profondeur, on trouva un lit de pierre très-mince, coupé par un grand nombre de fentes perpendiculaires; et cette pierre, semblable à la plupart des pierres argileuses, étoit brune, dure, aigre, et d'un grain très-fin.

A la profondeur de douze pieds jusqu'à seize, l'argile étoit à peu près de la même qualité; mais il y avoit plus d'humidité dans les fentes horizontales, et la superficie étoit hérissée de petits grains un peu allongés, brillans et transparens, qui, dans un certain sens, s'exfolioient comme le gypse, et qui, vus à la loupe, paroissoient avoir six faces, comme les aiguilles de cristal de roche, mais dont les extrémités étoient coupées obliquement et dans le même sens. Après avoir lavé une certaine quantité de ces concrétions, et leur avoir fait éprouver une chaleur modérée, elles devinrent très-blanches; broyées et détrempées dans l'eau, elles se durcirent promptement comme le plâtre, et on reconnut évidemment que cette matière étoit de véritable pierre spéculaire, le germe, pour ainsi dire, de la pierre à plâtre. Comme j'examinois un jour les différentes matières qu'on tiroit de cette fouille, un troupeau de cochons que le pâtre ramenoit de la campagne, passa près de là, et je ne fus pas peu surpris de voir tout à coup ces animaux se jeter brusquement sur la terre de cette fouille la plus nouvellement tirée et la plus molle, et la dévorer avec avidité; ce qui arriva encore en ma présence plusieurs fois de suite. Outre les coquillages des premières couches, celle-ci contenoit des limas de mer lisses, d'autres limas hérissés de petits tubercules, des tellines, des cornes d'ammon de la plus petite espèce, et quelques autres plus grandes qui avoient environ quatre pouces de diamètre: elles étoient toutes extrêmement minces et aplaties, et cependant très-entières, malgré leur extrême délicatesse. Il y avoit surtout une grande quantité de bélemnites toutes conoïdes dont les plus grandes avoient jusqu'à sept et huit pouces de longueur; elles étoient pointues comme un dard à l'une des extrémités, et l'extrémité opposée à leur base étoit terminée irrégulièrement et aplatie comme si elle eût été écrasée; elles étoient brunes au-dehors et au-dedans, et formées d'une matière disposée intérieurement en forme de stries transversales ou rayons qui se réunissoient à l'axe de la bélemnite. Cet axe étoit dans toutes un peu excentrique, et marqué, d'une extrémité à l'autre, par une ligne blanche presque imperceptible; et lorsque la bélemnite étoit d'une certaine grosseur, la base renfermoit un petit cône plus ou moins long, composé d'alvéoles en forme de plateaux, emboîtés les uns dans les autres comme les nautiles, au sommet duquel se terminoit alors la ligne blanche: ce petit cône étoit revêtu, dans toute sa lon-

pure, l'autre impure, à laquelle j'applique spécialement le nom de *glaise*, pour qu'on ne puisse la confondre avec la première; de même qu'il faut distinguer les argiles simples et pures des glaises ou argiles mélangées, l'on ne doit pas confondre, comme on l'a fait souvent, l'argile blanche avec la marne, qui en diffère essentiellement, en ce qu'elle est toujours plus ou moins mélangée

---

gueur, d'une pellicule crustacée, jaunâtre et très-mince, quoique formée de plusieurs petites couches, et le corps de la bélemnite, disposé en rayons qui recouvroient le tout, devenoit d'autant plus mince, que le petit cône acquéroit un plus grand diamètre. Telles étoient à peu près toutes les bélemnites que l'on trouva éparses dans la terre que l'on avoit tirée de la fouille; ce qui est commun à toutes celles de cette espèce.

Pour savoir dans quelle situation ces bélemnites étoient placées dans les couches de la terre, on en délita plusieurs morceaux avec précaution, et on reconnut qu'elles étoient toutes couchées à plat et parallèlement aux différens lits; mais ce qui nous surprit, et ce qui n'a pas encore été observé, c'est qu'on s'aperçut alors que l'extrémité de la base de toutes ces bélemnites étoit toujours adhérente à une sorte d'appendice de couleur jaunâtre, d'une substance semblable à celle des coquilles, et qui avoit la forme de la partie évasée d'un entonnoir qui auroit été aplatie, dont plusieurs avoient près de deux pouces de longueur, un pouce de largeur à la partie supérieure, et environ six lignes à l'endroit où ils étoient adhérens à la base de la bélemnite; et en examinant de près ce prolongement testacé ou crustacé, qui est si fragile, qu'on ne peut presque le toucher sans le rompre, je remarquai que cette partie de la bélemnite qu'on n'a pas jusqu'ici connue, n'est autre chose que la continuation de la coquille mince ou du têt qui couvre le petit cône chambré dont j'ai parlé; en sorte qu'on peut dire que toutes les bélemnites qui sont actuellement dans les cabinets d'histoire naturelle, ne sont point entières, et que ce que l'on en connoît n'est, en quelque façon, que l'étui ou l'enveloppe d'une partie de la coquille ou du têt qui renfermoit autrefois l'animal.

Jusqu'à présent les auteurs n'ont pu se concilier sur la nature des bélemnites: les uns, tels que Woodward (*Histoire naturelle de la Terre*) les ont regardées comme une matière minérale, du genre des talcs; M. Bourguet (*Lettres philosophiques*) a prétendu qu'elles n'étoient autre chose que des dents de ces poissons qu'on nomme *souffleurs*, et d'autres les ont prises pour des cornes d'animaux pétrifiées; mais la vraie forme de la bélemnite mieux connue, et surtout cette partie crustacée qui est à sa base lorsqu'elle est entière, pourront peut-être contribuer à fixer les doutes des naturalistes, et à la faire mettre au rang des crustacés ou des coquilles fossiles; ce qui me paroît d'autant plus évident, qu'elle est calcinable dans toutes ses parties, comme le têt des oursins et des coquilles, et au même degré de feu.

Depuis seize pieds jusqu'à vingt, les lits d'argile avoient jusqu'à dix pouces d'épaisseur; ils étoient beaucoup plus durs que les précédens, d'une couleur encore plus brune, et toujours coupés par des fentes perpendiculaires, mais plus éloignées les unes des autres que dans les lits supérieurs: leur superficie étoit d'un jaune couleur de rouille, qui ne pénétroit pas ordinairement dans l'intérieur des couches; mais, lorsque les stillations des eaux avoient pu y introduire cette terre jaune qui avoit coloré leur superficie, on trouvoit souvent, entre leurs stratifications, des espèces de concrétions pyriteuses plates, rondes, d'un jaune brun, d'environ un pouce ou un pouce et demi de diamètre, et qui n'avoient pas un quart de pouce d'épaisseur: ces sortes de pyrites étoient placées dans les couches, sur la même

de matière calcaire, ce qui la rend plus ou moins susceptible de calcination et d'effervescence avec les acides; au lieu que l'argile blanche résiste à leur action, et que, loin de se calciner, elle se durcit au feu. Au reste, il ne faut pas prendre dans un sens absolu la distinction que je fais ici de l'argile pure et de la glaise ou argile impure : car, dans la réalité, il n'y a aucune argile qui soit

---

ligne, à un pouce ou deux de distance, et se communiquent par un cordon cylindrique de même matière, un peu aplati, et de deux à trois lignes d'épaisseur.

A cette profondeur, on continua de trouver, entre les couches, du gypse ou pierre spéculaire, dont les grains étoient plus gros, plus transparens et plus réguliers; il s'en trouva même des morceaux de la longueur d'un écu, qui étoient formés par des rayons tendant au centre. On commença aussi à apercevoir entre ces couches et dans leurs fentes perpendiculaires quelques concrétions de charbon de terre ou plutôt de véritable jayet, sous la forme de petites lames minces, dures, cassantes, très-noires et très-luisantes; ces couches contenoient encore à peu près les mêmes espèces de coquilles que les couches supérieures, et on trouva de plus dans celles-ci quantité de petites pinnes et de petits buccins. A la profondeur de seize pieds, l'eau se répandit dans la fouille, et elle paroissoit sortir de toute sa circonférence, par de petites sources qui fournissoient dix à onze pouces d'eau pendant la nuit.

A vingt pieds, même quantité d'argile, dont les couches avoient augmenté encore en épaisseur et en dureté, et dont la couleur étoit plus foncée : elles contenoient les mêmes espèces de coquilles, et toujours des concrétions de plâtre.

A vingt-quatre pieds, mêmes matières, sans aucun changement apparent; on trouva à cette profondeur une pinne de près d'un pied de longueur. A vingt-huit pieds, la terre étoit presque aussi dure que la pierre, et on n'aperçut presque plus de gypse ou pierre spéculaire; on en trouva cependant encore un morceau de la longueur de la main : ces couches contenoient une grande quantité de coquilles fossiles, et surtout différentes espèces de cornes d'ammon, dont les plus grandes avoient près d'un pied de diamètre.

De vingt-huit pieds à trente-six, mêmes matières et de même qualité : à cette profondeur, on trouva un lit de pierres argileuses très-bonnes et de la couleur des couches terreuses, dans lesquelles on cessa absolument d'apercevoir du gypse; il y en avoit cependant encore quelques veines dans l'intérieur de cette pierre, mais qui n'avoient plus la transparence de la sélénite ou pierre spéculaire. Cette pierre contenoit aussi d'autres petites veines de charbon de terre; il s'en sépara même, en la cassant, quelques morceaux de la grandeur d'environ cinq ou six pouces en carré, et d'un doigt d'épaisseur, parmi lesquels il y en avoit plusieurs qui étoient traversés de quelques filets d'un jaune brillant. Ce lit de pierre avoit trois ou quatre pouces d'épaisseur; il couvroit toute la fouille, et étoit coupé, comme les couches terreuses, par des fentes perpendiculaires : la terre qui étoit dessous, dans l'espace de quelques pieds de profondeur, étoit un peu moins brune que celle des couches précédentes, et on y apercevoit quelques veines jaunâtres. On trouva ensuite un autre lit de la même espèce de pierre, sous lequel l'argile étoit très-noire, très-dure, et remplie de coquilles comme les couches supérieures : plusieurs de ces coquilles étoient revêtues, d'un côté, par une incrustation terreuse, disposée par rayons ou filets brillans, et les coquilles elles-mêmes brilloient d'une belle couleur d'or, surtout les bélemnites, qui étoient aussi la plupart bronzées, particulièrement d'un côté. Cette couleur métallique que les naturalistes ont nommée *armature*, est produite, à mon avis, sur la superficie des coquilles fossiles, par des sucs pyriteux, dont les stillations des eaux se trouvent chargées, et l'acide vitriolique ou

absolument pure, c'est-à-dire, parfaitement uniforme et homogène dans toutes ses parties. L'argile la plus ductile et qui paroît la plus simple, est encore mêlée de particules quarzeuses ou d'autres sables vitreux qui n'ont pas subi toutes les altérations qu'ils doivent éprouver pour se convertir en argile. Ainsi la plus pure des argiles sera seulement celle qui contiendra le moins de ces sables; mais, comme la substance de l'argile et celle de ces sables vitreux est au fond la même, on doit distinguer, comme nous le faisons ici, ces argiles dont la substance est simple, de toutes les glaises qui toujours sont mêlées de matières étrangères. Ainsi, toutes les fois qu'une argile ne sera mêlée que d'une petite quantité de particules de quars, de jaspe, de feldspath, de schorl et de mica,

---

alumineux, qui entre toujours dans la composition des pyrites, y fixe la terre métallique qui sert de base à ces concrétions, comme l'alun, dans les teintures, attache la matière colorante sur les étoffes, de sorte que la dissolution d'une pyrite ferrugineuse communique une couleur de rouille, ou quelquefois de fer poli, aux matières qui en sont imprégnées; une pyrite cuivreuse, en se décomposant, teint en jaune brillant et couleur d'or la surface de ces mêmes matières, et la couleur des talcs dorés peut être attribuée à la même cause.

On n'aperçut plus, dans la suite, ni plâtre, ni charbon de terre: l'eau continuoit toujours à se répandre; et l'ouvrage ayant été discontinué pendant huit jours, la fouille étant alors profonde de trente-six pieds, elle s'éleva à la hauteur de dix, et, lorsqu'on l'eut épuisée pour continuer le travail, les ouvriers en trouvoient le matin un peu plus d'un pied, qui tomboit pendant la nuit au fond de la fouille, de différentes petites sources.

A quarante pieds de profondeur, on trouva une couche de terre d'environ un pied d'épaisseur, à peu près de la couleur des couches précédentes, mais beaucoup moins dure, sur laquelle, au premier coup d'œil, on croyoit apercevoir une infinité d'impressions de feuilles de plantes du genre des capillaires, qui paroissoient former sur cette terre une espèce de broderie d'une couleur moins brune que celle du fond de la couche, dont toutes les feuilles ou petites stratifications portoient de pareilles impressions, en quelque nombre de lames qu'on les divisât; mais en examinant avec attention cette espèce de schiste, il me parut que ce que je prenois d'abord pour des impressions de feuilles de plantes, n'étoit qu'une sorte de végétation minérale, qui n'avoit pas la régularité que laisse l'impression des plantes sur les terres molles; cette matière s'enflammoit dans le feu, et exhaloit une odeur bitumineuse très-pénétrante: aussi la regarde-t-on ordinairement comme une annonce de la mine de charbon de terre.

De quarante à cinquante pieds, on ne trouva plus de cette sorte de terre, mais une argile noire beaucoup plus dure encore que celle des lits supérieurs, qu'on ne pouvoit arracher qu'à l'aide des coins et de la masse, et qui se levoit en très-grandes lames: cette terre contenoit beaucoup moins de coquilles que les autres couches, et, malgré sa grande dureté, elle s'amollissoit asses promptement à l'air, et s'exfolioit comme l'ardoise pourrie. En ayant mis un morceau dans le feu, elle y pétilla jusqu'à ce qu'elle eût été réduite en poussière, et elle exhala une odeur bitumineuse très-forte; mais elle ne produisit cependant qu'une flamme très-foible. A cette profondeur, on cessa de creuser, et l'eau s'éleva peu à peu à la hauteur de trente pieds. (*Mémoire rédigé par M. Nadault.*)

on peut la regarder comme pure, parce qu'elle ne contient que des matières qui sont de sa même essence; et au contraire toutes les argiles mêlées de matières d'essence différente, telles que les substances calcaires, pyriteuses et métalliques, seront des glaises ou argiles impures.

On trouve les argiles pures dans les lieux dont le fond du terrain est de sable vitreux, de quarz, de grès, etc. On trouve aussi de cette argile en petite quantité dans quelques glaises : mais l'origine des argiles blanches qui gisent en grandes masses ou en couches, doit être attribuée à la décomposition immédiate des sables quarzeux; au lieu que les petites masses de cette argile qu'on trouve dans la glaise, ne sont que des sécrétions de ces mêmes sables décomposés, qui étoient contenus et mêlés avec les autres matières dans cette glaise, et qui s'en sont séparés par la filtration des eaux.

Il n'y a point de coquilles ni d'autres productions marines dans les masses d'argile blanche, tandis que toutes les couches de glaise en contiennent en grande quantité; ce qui nous démontre encore pour les argiles les mêmes procédés de formation que pour les grès. L'argile et le grès pur ont donc également été formés par la simple agrégation ou par la décomposition des sables quarzeux, tandis que les grès impurs et les glaises ont été composés de matières mélangées, transportées et déposées par le mouvement des eaux.

Et ce qui prouve encore que l'argile blanche est une terre dont l'essence est simple, et que la glaise est une terre mélangée de matières d'essence différente, c'est que la première résiste à tous nos feux, sans éprouver aucune altération, et même sans prendre de la couleur; au lieu que toutes les glaises deviennent rouges par l'impression d'un premier feu, et peuvent se fondre dans nos fourneaux : de plus, les glaises se trouvent également dans les terrains calcaires et dans les terrains vitreux, au lieu que les argiles pures ne se rencontrent qu'avec les matières vitreuses; elles sont donc formées de leurs détrimens sans autre mélange, et il paroît qu'elles n'ont pas été transportées par les eaux, mais produites dans la place même où elles se trouvent, au lieu que toutes les glaises ont subi les altérations que le mélange et le transport n'ont pu manquer d'occasioner.

De la même manière qu'il ne faut pas confondre la marne ni la craie avec l'argile blanche, on ne doit pas prendre pour des glaises les terres limoneuses, qui, quoique grasses et ductiles, ont une autre origine et des qualités différentes de la glaise : car ces

terres limoneuses proviennent de la couche universelle de la terre végétale qui s'est formée des résidus ultérieurs des animaux et des végétaux ; leurs détrimens se convertissent d'abord en terreau ou terre de jardin, et ensuite en limon aussi ductile que l'argile : mais cette terre limoneuse se boursoufle au feu, au lieu que l'argile s'y resserre ; et de plus, cette terre limoneuse fond bien plus aisément que la glaise même la plus impure.

Il est évident, par le grand nombre de coquilles et autres productions marines qui se trouvent dans toutes les glaises, qu'elles ont été transportées avec les dépouilles des animaux marins, et qu'elles ont été déposées et stratifiées ensemble par couches horizontales dans presque tous les lieux de la terre par les eaux de la mer ; leurs couleurs indiquent aussi qu'elles sont imprégnées de parties minérales, et particulièrement de fer, qui paroît leur donner toutes leurs différentes couleurs. D'ailleurs on trouve presque toujours entre les lits de glaises des pyrites martiales, dont les parties constituantes ont été entraînées de la couche de terre végétale par l'infiltration des eaux, et se sont réunies sous cette forme de pyrites entre les lits de ces argiles impures.

Le fer en plus ou moins grande quantité donne toutes les couleurs aux terres qu'il pénètre. La plus noire de toutes les argiles est celle qu'on a improprement appelée *creta nigra fabrilis*, et que les ouvriers connoissent sous le nom de *pierre noire :* elle contient plus de parties ferrugineuses qu'aucune autre argile ; et la teinte rouge ou rougeâtre qu'elle prend, ainsi que toutes les glaises, à un certain degré de feu, achève de démontrer que le fer est le principe de leurs différentes couleurs.

Toutes les glaises se durcissent au feu, et peuvent y acquérir une si grande dureté, qu'elles étincellent par le choc de l'acier ; dans cet état, elles sont plus voisines de celui de la liquéfaction ; car on peut les fondre et les vitrifier d'autant plus aisément qu'elles sont plus recuites au feu. Leur densité augmente à mesure qu'elles éprouvent une chaleur plus grande ; et lorsqu'on les a bien fait sécher au soleil, elles ne perdent ensuite que très-peu de leur poids spécifique, au feu même le plus violent. On a observé, en réduisant en poudre une masse d'argile cuite, que ses molécules avoient perdu leur qualité spongieuse, et qu'elles ne peuvent reprendre leur première ductilité.

Les hommes ont très-anciennement employé l'argile cuite en briques plates pour bâtir, et en vaisseaux creux pour contenir l'eau et les autres liqueurs ; et il paroît, par la comparaison des édifices antiques, que l'usage de l'argile cuite a précédé celui des

pierres calcaires ou des matières vitreuses, qui, demandant plus de temps et de travail pour être mises en œuvre, n'auront été employées que plus tard et moins généralement que l'argile et la glaise, qui se trouvent partout, et qui se prêtent à tout ce qu'on veut en faire.

La glaise forme l'enveloppe de la masse entière du globe; les premiers lits se trouvent immédiatement sous la couche de terre végétale, comme sous les bancs calcaires auxquels elle sert de base : c'est sur cette terre ferme et compacte que se rassemblent tous les filets d'eau qui descendent par les fentes des rochers, ou qui se filtrent à travers la terre végétale. Les couches de glaise comprimées par le poids des couches supérieures, et étant elles-mêmes d'une grande épaisseur, deviennent impénétrables à l'eau, qui ne peut qu'humecter leur première surface : toutes les eaux qui arrivent à cette couche argileuse, ne pouvant la pénétrer, suivent la première pente qui se présente, et sortent en forme de sources entre le dernier banc des rochers et le premier lit de glaise. Toutes les fontaines proviennent des eaux pluviales infiltrées et *rassemblées* sur la glaise; et j'ai souvent observé que l'humidité retenue par cette terre est infiniment favorable à la végétation. Dans les étés les plus secs, comme celui de cette année 1778, les plantes agrestes, et surtout les arbres, avoient perdu presque toutes leurs feuilles dès les premiers jours de septembre, dans toutes les contrées dont les terrains sont de sable, de craie, de tuf, ou de ces matières mélangées, tandis que, dans les pays dont le fond est de glaise, ils ont conservé leur verdure et leurs feuilles. Il n'est pas même nécessaire que la glaise soit immédiatement sous la terre végétale pour qu'elle puisse produire ce bon effet; car, dans mon jardin, dont la terre végétale n'a que trois ou quatre pieds de profondeur, et se trouve posée sur un plateau de pierre calcaire de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, les charmilles élevées de vingt pieds, et les arbres hauts de quarante, étoient aussi verts que ceux du vallon après deux mois de sécheresse, parce que ces rochers de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, portant sur la glaise, en laissent passer par leurs fentes perpendiculaires les émanations humides qui rafraîchissent continuellement la terre végétale où ces arbres sont plantés.

La glaise retient donc constamment à sa superficie une partie des eaux infiltrées dans les terres supérieures ou tombées par les fentes des rochers, et ce n'est que du superflu de ces eaux que se forment les sources et les fontaines qui sourdent au pied des collines. Toute l'eau que la glaise peut admettre dans sa propre

substance, toute celle qui peut descendre des couches supérieures aux couches inférieures par les petites fentes qui les divisent perpendiculairement, sont retenues et contenues en stagnation presque sans mouvement entre les différens lits de cette glaise; et c'est dans cet état de repos que l'eau donne naissance aux productions hétérogènes qu'on trouve dans la glaise, et que nous devons indiquer ici.

1°. Comme il y a dans toutes les argiles transportées et déposées par les eaux de la mer un très-grand nombre de coquilles, telles que cornes d'ammon, bélemnites, et plusieurs autres dépouilles des animaux testacés et crustacés, l'eau les décompose et même les dissout peu à peu; elle se charge de ces molécules dissoutes, les entraîne et les dépose dans les petits vides ou cavités qu'elle rencontre entre les lits d'argile : ce dépôt de matière calcaire devient bientôt une pierre plus ou moins solide, ordinairement plate et en petit volume. Cette pierre, quoique formée de substance calcaire, ne contient jamais de coquilles, parce qu'elle n'est composée que de leurs détrimens, trop divisés pour qu'on puisse reconnoître les vestiges de leur forme. D'ailleurs les eaux pluviales, en s'infiltrant dans les rochers calcaires et dans les terres qui surmontent les glaises, entraînent un sable de la même nature que ces rochers ou ces terres; et ce sablon calcaire, en se mêlant avec l'argile délayée par l'eau, forme souvent des pierres mi-parties de ces deux substances : on reconnoît ces pierres *argilo-calcaires* à leur couleur, qui est ordinairement bleue, brune ou noire; et comme elles se forment entre les lits de la glaise, elles sont plates et n'ont guère qu'un pouce ou deux d'épaisseur : elles ne sont séparées les unes des autres que par de petites fentes verticales, et elles forment une couche mince et horizontale entre les lits de glaise. Ces pierres mixtes sont presque toujours plus dures que les pierres calcaires pures : elles se calcinent plus difficilement et résistent à l'action des acides, d'autant plus qu'elles contiennent moins de matières calcaires.

2°. L'on trouve aussi de petites couches de plâtre entre les lits de glaise. Or le plâtre n'est qu'une matière calcaire pénétrée d'acides; et comme il y a dans toutes les glaises, indépendamment des coquilles, une quantité plus ou moins grande de sable calcaire infiltrée par les eaux, et qu'en même temps on ne peut douter que l'acide n'y soit aussi très-abondamment répandu, puisqu'on trouve communément des pyrites martiales dans ces mêmes glaises, il paroît clair que c'est par la réunion de la matière calcaire à l'acide que se produisent les premières molécules gypseuses, qui,

étant ensuite entraînées et déposées par la stillation des eaux, forment ces petites couches de plâtre qui se trouvent entre les lits des glaises.

3°. Les pyrites qu'on trouve dans ces glaises sont ordinairement en forme aplatie, et toutes séparées les unes des autres, quoique disposées sur un même niveau entre les lits de glaise; et comme ces pyrites sont composées de la matière du feu fixe, de terre ferrugineuse et d'acide, elles démontrent dans les glaises non-seulement la présence de l'acide, mais encore celle du fer : et en effet, les eaux, en s'infiltrant, entraînent les molécules de la terre limoneuse qui contient la matière du feu fixe, ainsi que celle du fer; et ces molécules saisies par l'acide ont produit des pyrites dont l'établissement s'est fait de la même manière que celui des petites couches de plâtre ou de pierre calcaire entre les lits de glaise : la seule différence est que ces dernières matières sont en petites couches continues et d'égale épaisseur, au lieu que les pyrites sont pelotonnées sur un centre, ou aplaties en forme de galets, et qu'elles n'ont entre elles ni continuité ni contiguité que par un petit cordon de matière pyriteuse, qui souvent communique d'une pyrite à l'autre.

4°. L'on trouve aussi dans les glaises de petites masses de charbon de terre et de jayet, et de plus il me paroît qu'elles contiennent une matière grasse qui les rend imperméables à l'eau [1]. Or ces matières huileuses ou bitumineuses, ainsi que le jayet et le charbon de terre, ne proviennent que des détrimens des animaux et des végétaux, et ne se trouvent dans la glaise que parce qu'originairement, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux de la mer, ces eaux étoient mêlées de terres limoneuses, et déjà fortement imprégnées des huiles végétales et animales, produites par la pourriture et la décomposition des êtres organisés : aussi plus on descend dans la glaise, plus les couches paroissent être bitumineuses; et ces couches inférieures de la glaise se sont formées en même temps que les couches de charbon de terre, toutes ont été établies par le mouvement et par les sédimens des eaux qui ont transporté et mêlé les glaises avec les débris des coquilles et les détrimens des végétaux.

5°. Les glaises ont communément une couleur grise, bleue, brune ou noire, qui devient d'autant plus foncée, qu'on descend

[1] C'est probablement par l'affinité de son huile avec les autres huiles ou graisses, que la glaise peut s'en imbiber et les enlever sur les étoffes; c'est cette huile qui la rend pétrissable et douce au toucher; et lorsque cette huile se trouve mêlée avec des sels, elle forme une terre savonneuse telle que la terre à foulon.

plus profondément : elles exhalent en même temps une odeur bitumineuse; et lorsqu'on les cuit au feu, elles répandent au loin l'odeur de l'acide vitriolique. Ces indices prouvent encore qu'elles doivent leur couleur au fer, et que les couches inférieures recevant les égouts des couches supérieures, la teinture du fer y est plus forte et la quantité des acides plus grande : aussi cette glaise des couches les plus basses est-elle non-seulement plus brune ou plus noire, mais encore plus compacte, au point de devenir presque aussi dure que la pierre. Dans cet état, la glaise prend les noms de *schiste* et d'*ardoise;* et quoique ces deux matières ne soient vraiment que des argiles durcies, comme elles en ont dépouillé la ductilité, qu'elles semblent aussi avoir acquis de nouvelles qualités, nous avons cru devoir les séparer des argiles et des glaises, et en traiter dans l'article suivant.

DES SCHISTES ET DE L'ARDOISE.

L'ARGILE diffère des schistes et de l'ardoise, en ce que ses molécules sont spongieuses et molles; au lieu que les molécules de l'ardoise ou du schiste ont perdu cette mollesse et cette texture spongieuse qui fait que l'argile peut s'imbiber d'eau. Le desséchement seul de l'argile peut produire cet effet, surtout si elle a été exposée à une longue et forte chaleur, puisque nous avons vu ci-devant qu'en réduisant cette argile cuite en poudre, on ne peut plus en faire une pâte ductile; mais il me paroît aussi que deux mélanges ont pu contribuer à diminuer cette mollesse naturelle de l'argile et à la convertir en schiste et en ardoise : le premier de ces mélanges est celui du *mica,* le second celui du *bitume;* car toutes les ardoises et les schistes sont plus ou moins parsemés ou pétris de mica, et contiennent aussi une certaine quantité de bitume plus grande que dans les ardoises, moindre dans la plupart des schistes, et rendue sensible dans tous deux par la combustion.

Ce mélange de mica et cette teinture de bitume nous montrent la production des schistes et des ardoises comme une formation secondaire dans les argiles, et même en fixent l'époque par deux circonstances remarquables. La première est celle du mica disséminé, qui prouve que dès-lors les eaux avoient enlevé des parti-

cules de la surface des roches vitreuses primitives, et surtout des granites, dont elles transportoient les débris; car, dans les argiles pures, il ne se trouve pas de mica, ou du moins il y a changé de nature par le travail intime de l'eau sur les poudres vitrescibles dont a résulté la terre argileuse. La seconde circonstance est celle du bitume dont les ardoises se trouvent plus ou moins imprégnées, ce qui, joint aux empreintes d'animaux et de végétaux sur ces matières, prouve démonstrativement que leur formation est postérieure à l'établissement de la nature vivante dont elles contiennent les débris.

La position des grandes couches, des schistes et des lits feuilletés des ardoises, mérite encore une attention particulière : les lits de l'ardoise n'ont pas régulièrement une position horizontale; ils sont souvent fort inclinés comme ceux des charbons de terre[1]; analogie que l'on doit réunir à celle de la présence du bitume dans les ardoises : leurs feuillets se délitent suivant le plan de cette inclinaison; ce qui prouve que les lits ont été déposés suivant la pente du terrain, et que les feuillets se sont formés par le desséchement et la retraite de la matière, suivant des lignes plus ou moins approchantes de la perpendiculaire.

Les couches des schistes, infiniment plus considérables et plus communes que les lits d'ardoises[2], sont généralement adossées aux flancs des montagnes primitives, et descendent avec elles pour s'enfouir dans les vallons et souvent reparoître au-delà en se relevant sur la montagne opposée.

Après le quarz et le granite, le schiste est la plus abondante des matières solides du genre vitreux. Il forme des collines et enveloppe souvent les noyaux des montagnes jusqu'à une grande hauteur. La plupart des monts les plus élevés n'offrent à leur sommet que des quarz ou des granites; et ensuite, sur leurs pentes et dans leurs contours, ces mêmes quarz et granites qui composent le noyau de la montagne, sont environnés d'une grande épaisseur de schiste, dont les couches qui couvrent la base de la montagne,

---

[1] Dans les ardoisières d'Angers, les lits sont presque perpendiculaires : ils sont aussi fort inclinés à Mézières, près de Charleville; à *Lavagna*, dans l'État de Gènes : cependant, en Bretagne, les ardoises sont par lits horisontaux, comme les couches de l'argile.

[2] On n'a que deux ou trois bonnes carrières d'ardoise en France ; on n'en connoît qu'une ou deux en Angleterre, et une seule en Italie, à *Lavagna*, dans les États de Gènes : cette ardoise, quoique noire, est très-bonne ; toutes les maisons de Gènes en sont couvertes, et l'on en revêt l'intérieur des citernes, dans lesquelles on conserve l'huile d'olive à Lucques et ailleurs : l'huile s'y conserve mieux que dans les citernes de plomb ou enduites de plâtre.

se trouvent quelquefois mêlées de quarz et de granites détachés du sommet.

On peut réduire tous les différens schistes à quatre variétés générales : la première, des schistes simples qui ne sont que des argiles plus ou moins durcies, et qui ne contiennent que très-peu de bitume et de mica ; la seconde, des schistes qui, comme l'ardoise, sont mêlés de beaucoup de mica et d'une assez grande quantité de bitume pour en exhaler l'odeur au feu ; la troisième, des schistes où le bitume est en telle abondance, qu'ils brûlent à peu près comme les charbons de terre de mauvaise qualité ; et enfin les schistes pyriteux, qui sont les plus durs de tous dans leur carrière, mais qui se décomposent dès qu'ils en sont tirés, et s'effleurissent à l'air et par l'humidité. Ces schistes mêlés et pénétrés de matière pyriteuse ne sont pas si communs que les schistes imprégnés de bitume; néanmoins on en trouve des couches et des bancs très-considérables en quelques endroits. Nous verrons dans la suite que cette matière pyriteuse est très-abondante à la surface et dans les premières couches de la terre.

Tous les schistes sont plus ou moins mélangés de particules micacées; il y en a dans lesquels le mica paroît être en plus grande quantité que l'argile [1]. Ces schistes ne contenant que peu de bitume et beaucoup de mica, sont les meilleures pierres dont on puisse se servir pour les fourneaux de fusion des mines de fer et de cuivre : ils résistent au feu plus long-temps que le grès qui s'égrène, quelque dur qu'il soit; ils résistent aussi mieux que les granites, qui se fondent à un feu violent et se convertissent en émail ; et ils sont bien préférables à la pierre calcaire, qui peut, à la vérité, résister pendant quelques mois à l'action de ces feux, mais qui se réduit en poussière de chaux au moment qu'ils cessent et que l'humidité de l'air la saisit; au lieu que les schistes con-

---

[1] Le *macigno* des Italiens est un schiste de cette espèce ; il y en a des collines entières à *Fiesoli*, près de Florence. « Les couches supérieures de ces carrières « de *macigno*, dit M. Ferber, sont feuilletées et minces, entremêlées de petites « couches argileuses. » (*L'auteur auroit dû dire* limoneuses ; *car je suis persuadé que ces petites couches entremêlées sont de terre végétale, et non d'argile.*) « Le *macigno* devient plus compacte en entrant dans la profondeur, et ne forme « plus qu'une masse ; on en tire de très-grands blocs. . . . . . On trouve par-ci « par-là, dans le *macigno* compacte, des rognons d'*argile* endurcie, et une mul-« titude de petites taches noires, quelquefois même des couches ou veines de « charbon de terre. » (*Autre preuve que ce n'est pas de l'argile, mais de la terre végétale ou limoneuse ; c'est le bitume de cette terre limoneuse qui a formé les taches noires.*) « Il y a du *macigno* de deux couleurs ; le meilleur « pour bâtir et le plus durable, est celui qui est d'un jaune grisâtre, mélangé « d'ocre ferrugineuse. » (*Lettres sur la minéralogie, etc*, page [illegible].)

servent leur nature et leur solidité pendant et après l'action de ces feux continuée très-long-temps; car cette action se borne à entamer leur surface, et il faudroit un feu de plusieurs années pour en altérer la masse à quelques pouces de profondeur.

Les lits les plus extérieurs des schistes, c'est-à-dire, ceux qui sont immédiatement sous la couche de terre végétale, se divisent en grands morceaux qui affectent une figure rhomboïdale; à peu près comme les grès qui sont mêlés de matière calcaire, affectent cette même figure en petit : et, dans les lits inférieurs des schistes, cette affectation de figure est beaucoup moins sensible et même ne se remarque plus; autre preuve que la figuration des minéraux dépend des parties organiques qu'ils renferment; car les premiers lits de schiste reçoivent, par la stillation des eaux, les impressions de la terre végétale qui les recouvre, et c'est par l'action des élémens actifs contenus dans cette terre, que les schistes du lit supérieur prennent une sorte de figuration régulière, dont l'apparence ne subsiste plus dans les lits inférieurs, parce qu'ils ne peuvent rien recevoir de la terre végétale, en étant trop éloignés et séparés par une grande épaisseur de matière impénétrable à l'eau.

Au reste, le schiste commun ne se délite pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et il ne résiste pas aussi long-temps aux impressions des élémens humides : mais il résiste également à l'action du feu avant de se vitrifier; et comme il contient une petite quantité de bitume, il semble brûler avant de se fondre, et comme nous venons de le dire, il y a même des schistes qui sont presque aussi inflammables que le charbon de terre. Ce dernier effet a déçu quelques minéralogistes, et leur a fait penser que le fond du charbon de terre n'étoit, comme celui des schistes, que de l'argile mêlée de bitume; tandis que la substance de ce charbon est, au contraire, de la matière végétale plus ou moins décomposée, et que s'il se trouve de l'argile mêlée dans le charbon, ce n'est que comme matière étrangère : mais il est vrai que la quantité de bitume et de matière pyriteuse est peut-être aussi grande dans certains schistes que dans les charbons de terre impurs et de mauvaise qualité; il y a même des argiles, surtout dans les couches les plus basses, qui sont mêlées d'une assez grande quantité de bitume et de pyrite pour devenir inflammables; elles sont en même temps sèches et dures à peu près comme le schiste, et ce bitume des argiles et des schistes s'est formé dès les premiers temps de la nature vivante par la décomposition des végétaux et des

animaux, dont les huiles et les graisses saisies par l'acide se sont converties en bitumes; et les schistes, comme les argiles, contiennent ordinairement d'autant plus de bitume, qu'ils sont situés plus profondément et qu'ils sont plus voisins des veines de charbon auxquelles ils servent de lits et d'enveloppe; car lorsqu'on ne trouve pas l'ardoise au-dessous des schistes, on peut espérer d'y trouver des charbons de terre.

Dans les couches les plus profondes, il y a aussi des argiles qui ressemblent aux schistes et même aux ardoises par l'apparence de leur dureté, de leur couleur et de leur inflammabilité : cependant cette argile exposée à l'air démontre bientôt les différences qui la séparent de l'ardoise; elle n'est pas long-temps sans s'exfolier, s'imbiber d'humidité, se ramollir, et reprendre sa qualité d'argile; au lieu que les ardoises, loin de s'amollir à l'air, ne font que s'y durcir davantage, et l'on doit mettre les mauvais schistes au nombre de ces argiles dures.

Comme toutes les argiles, ainsi que les schistes et les ardoises, ont été primitivement formées des sables vitreux atténués et décomposés dans l'eau, on ne peut se dispenser d'admettre différens degrés de décomposition dans ces sables : aussi trouve-t-on dans l'argile des grains encore entiers de ce sable vitreux qui ne sont que peu ou point altérés; d'autres qui ont subi un plus grand degré de décomposition. On y trouve de même de petits lits de ce sable à demi décomposé, et dans les ardoises et les schistes le mica y est souvent aussi atténué, aussi doux au toucher que le talc, en sorte qu'on peut suivre les nuances successives de cette décomposition des sables vitreux, jusqu'à leur conversion en argile. Les glaises mélangées de ces sables vitreux trop peu décomposés, n'ont point encore acquis leur entière ductilité; mais, en général, l'argile même la plus molle devient d'autant plus dure qu'elle est plus desséchée et plus imprégnée de bitume, et d'autant plus feuilletée qu'elle est plus mêlée de mica.

Je ne vois pas qu'on puisse attribuer à d'autres causes qu'au desséchement et au mélange du mica et du bitume, cette sécheresse des ardoises et des schistes qui se reconnoît jusque dans leurs molécules; et j'imagine que comme elles sont mêlées de particules micacées en assez grande quantité, chaque paillette de mica aura dû attirer l'humidité de chaque molécule d'argile, et que le bitume, qui se refuse à toute humidité, aura pu durcir l'argile au point de la changer en schiste et en ardoise : dès-lors les molécules d'argile seront demeurées sèches, et les schistes composés de ces molécules desséchées et de celles du mica, auront acquis

assez de dureté pour être, comme les bitumes, impénétrables à l'eau; car, indépendamment de l'humidité que les micas ont dû tirer de l'argile, on doit encore observer qu'étant mêlés en quantité dans tous les schistes et ardoises, le seul mélange de ces particules sèches, qui paroît être moins intime qu'abondant, a dû laisser de petits vides par lesquels l'humidité contenue dans les molécules d'argile a pu s'échapper.

Cette quantité de mica que contiennent les ardoises, me semble leur donner quelques rapports avec les talcs; et si l'argile fait le fonds de la matière de l'ardoise, on peut croire que le mica en est l'alliage et lui donne la forme : car les ardoises se délitent, comme le talc, en feuilles minces; elles participent de sa sécheresse, et résistent de même aux impressions des élémens humides; enfin elles se changent également en verre brun par un feu violent. L'ardoise paroît donc participer de la nature de ce verre primitif : on le voit en la considérant attentivement au grand jour; sa surface présente une infinité de particules micacées, d'autant plus apparentes que l'ardoise est de meilleure qualité.

La bonne ardoise ne se trouve jamais dans les premières couches du schiste : les ardoisières les moins profondes sont à trente ou quarante pieds; celles d'Angers sont à deux cents. Les derniers lits de l'ardoise, comme ceux de l'argile, sont plus noirs que les premiers; cette ardoise noire des lits inférieurs, exposée à l'air pendant quelque temps, prend néanmoins, comme les autres, la couleur bleuâtre que nous leur connoissons et que toutes conservent très-long-temps; elles ne perdent cette couleur bleue que pour en prendre une plus tendre d'un blanc grisâtre, et c'est alors qu'elles brillent de tous les reflets des particules micacées qu'elles contiennent, et qui se montrent d'autant plus, que ces ardoises ont été anciennement exposées aux impressions de l'air.

L'ardoise ne se trouve pas dans les argiles molles et pénétrées de l'humidité des eaux, mais dans les schistes, qui ne sont eux-mêmes que des ardoises grossières. Les minières d'ardoises s'annoncent ordinairement par un lit de schiste noirâtre de quelques pouces d'épaisseur, qui se trouve immédiatement sous la couche de terre végétale. Ce premier lit de pierre schisteuse est divisé par un grand nombre de fentes verticales, comme le sont les premiers lits des pierres calcaires, et l'on peut également en faire du moellon : mais ce schiste, quoiqu'assez dur, n'est pas aussi sec que l'ardoise; il est même spongieux et se ramollit par l'humidité lorsqu'il y est long-temps exposé. Les bancs qui sont au-dessous de ce premier lit, ont plus d'épaisseur et moins de fentes verticales;

leur continuité augmente avec leur masse à mesure que l'on descend, et il n'est pas rare de trouver des bancs de cette pierre schisteuse de quinze ou vingt pieds d'épaisseur sans délits remarquables. La finesse du grain de ces schistes, leur sécheresse, leur pureté et leur couleur noire, augmentent aussi en raison de leur situation à de plus grandes profondeurs; et d'ordinaire c'est au plus bas que se trouve la bonne ardoise.

L'on voit sur quelques-uns de ces feuillets d'ardoise, des impressions de poissons à écailles, de crustacés et de poissons mous, dont les analogues vivans ne nous sont pas connus, et en même temps on n'y voit que très-peu ou point de coquilles. Ces deux faits paroissent, au premier coup d'œil, difficiles à concilier, d'autant que les argiles dont on ne peut douter que les ardoises ne soient au moins en partie composées, contiennent une infinité de coquilles, et rarement des empreintes de poissons. Mais on doit observer que les ardoises, et surtout celles où l'on trouve des impressions de poissons, sont toutes situées à une grande profondeur, et qu'en même temps les argiles contiennent une plus grande quantité de coquilles dans leurs lits supérieurs que dans les inférieurs, et que même, lorsqu'on arrive à une certaine profondeur, on n'y trouve plus de coquilles. D'autre part, on sait que le plus grand nombre des coquillages vivans n'habitent que les rivages ou les terrains élevés dans le fond de la mer, et qu'en même temps il y a quelques espèces de poissons et de coquillages qui n'en habitent que les vallées, à une profondeur plus grande que celle où se trouvent communément tous les autres poissons et coquillages. Dès-lors on peut penser que les sédimens argileux qui ont formé les ardoises à cette plus grande profondeur, n'auront pu saisir en se déposant que ces espèces, en petit nombre, de poissons ou de coquillages qui habitent les bas-fonds, tandis que les argiles qui sont situées plus haut que les ardoises, auront enveloppé tous les coquillages des rivages et des hauts-fonds, où ils se trouvent en bien plus grande quantité [1].

Nous ajouterons aux propriétés de l'ardoise, que quoiqu'elle soit moins dure que la plupart des pierres calcaires, il faut néanmoins employer la masse et les coins pour la tirer de sa carrière;

---

[1] Il se trouve aussi, quoique rarement, des poissons pétrifiés dans les substances calcaires au-dessus des montagnes; mais les espèces de ces poissons ne sont pas inconnues ou perdues, comme celles qui se trouvent dans les ardoises. M. Ferber rapporte qu'on trouve dans la collection de M. Moréni de Vérone, le poisson ailé et quelques poissons du Brésil, qui ne vivent ni dans la Méditerranée, ni dans le golfe Adriatique; la pinne marine, des os d'animaux, des plantes exotiques,

que la bonne ardoise ne fait pas effervescence avec les acides, et qu'aucune ardoise ni aucun schiste ne se réduit en chaux, mais qu'ils se convertissent par un feu violent en une sorte de verre brun, souvent assez spumeux pour nager sur l'eau. Nous observerons aussi qu'avant de se vitrifier, ils brûlent en partie, en exhalant une odeur bitumineuse; et enfin que quand on les réduit en poudre, celle de l'ardoise est douce au toucher comme la poussière de l'argile séchée, mais que cette poudre d'ardoise détrempée avec de l'eau ne reprend pas en séchant sa dureté, ni même autant de consistance que l'argile.

Le même mélange de bitume et de mica qui donne à l'ardoise sa solidité, fait en même temps qu'elle ne peut s'imbiber d'eau : aussi lorsqu'on veut éprouver la qualité d'une ardoise, il ne faut qu'en faire tremper dans l'eau le bord d'une feuille suspendue verticalement : si l'eau n'est pas pompée par la succion capillaire, et qu'elle n'humecte pas l'ardoise au-dessus de son niveau, on aura la preuve de son excellente qualité; car les mauvaises ardoises, et même la plupart de celles qu'on emploie à la couverture des bâtimens, sont encore spongieuses et s'imbibent plus ou moins de l'humidité, en sorte que la feuille d'ardoise dont le bord est plongé dans l'eau, s'humectera à plus ou moins de hauteur en raison de sa bonne ou mauvaise qualité. La bonne ardoise peut se polir, et on en fait des tables de toutes dimensions; on en a vu de dix à douze pieds en longueur sur une largeur proportionnée.

Quoiqu'il y ait des schistes plus ou moins durs, cependant on doit dire qu'en général ils sont encore plus tendres que l'ardoise, et que la plupart sont d'une couleur moins foncée. Ils ne se divisent pas en feuillets aussi minces que l'ardoise, et néanmoins ils contiennent souvent une plus grande quantité de mica; mais l'argile qui en fait le fonds est vraisemblablement composée de molécules grossières, et qui, quoiqu'en partie desséchées, conservent encore leur qualité spongieuse et peuvent s'imbiber d'eau; ou bien leur mica, plus aigre et moins atténué, n'a pas acquis, en s'adoucissant, cette tendance à la conformation talqueuse ou feuilletée qu'il paroît communiquer aux ardoises : aussi lorsqu'on réduit le schiste en lames minces, il se détériore à l'air, et ne peut servir aux

---

pétrifiées et imprimées sur un schiste calcaire, toutes tirées de la montagne du Véronois appelée *Monte-Bolca*. (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, page 27.)

Observons que ces poissons, dont les analogues vivans existent encore, n'ont été pétrifiés que bien long-temps après ceux dont les espèces sont perdues : aussi se trouvent-ils au-dessus des montagnes, tandis que les autres ne se trouvent que dans les ardoises à de grandes profondeurs.

mêmes usages que l'ardoise; mais on peut l'employer en masses épaisses pour bâtir.

J'ai dit que les collines calcaires avoient l'argile pour base, et j'ai entendu non-seulement les glaises ou argiles molles communes, mais aussi les schistes ou argiles desséchées. La plupart des montagnes calcaires sont posées sur l'argile ou sur le schiste. « Les montagnes, dit M. Ferber, de la Stirie inférieure, de toute « la Carniole, et jusqu'à Vienne en Autriche, sont formées de « couches horizontales plus ou moins épaisses (de pierre cal- « caire), entassées les unes sur les autres, et ont pour base un « véritable schiste argileux, c'est-à-dire, une ardoise bleue ou « noire, ou bien un *schiste de corne* mélangé de quarz et de mica, « pénétré d'une petite partie d'argile. J'ai eu, dit-il, presque à « chaque pas l'occasion de me convaincre que ce schiste s'étend « sans interruption sous ces montagnes calcaires : quelquefois « même on le voit à découvert s'élever au-dessus du rez de terre ; « mais lorsqu'il s'est montré pendant un certain temps, il s'en- « fouit de nouveau sous la pierre calcaire. »

L'argile, ou sous sa propre forme, ou sous celle d'ardoise et de schiste, compose donc la première terre, et forme les premières couches qui aient été transportées et disposées par les eaux; et ce fait s'unit à tous les autres pour prouver que les matières vitrescibles sont les substances premières et primitives, puisque l'argile formée de leurs débris est la première terre qui ait couvert la surface du globe. Nous avons vu de plus, que c'est dans cette terre que se trouvent généralement les coquilles d'espèces anciennes, comme c'est aussi sur les ardoises qu'on voit les empreintes des poissons inconnus qui ont appartenu au premier Océan. Ajoutons à ces grands faits une observation non moins importante, et qui rappelle à la fois et l'époque de la formation des couches d'argile, et les grands mouvemens qui bouleversoient encore alors la première nature; c'est qu'un grand nombre de ces lits de schistes et d'ardoises ne paroissent s'être inclinés que par violence, ayant été déposés sur les voûtes des grandes cavernes avant que leur affaissement fît pencher les masses dont elles étoient surmontées, tandis que les couches calcaires, déposées plus tard sur la terre affermie, offrent rarement de l'inclinaison dans leurs bancs, qui sont assez généralement horizontaux, ou beaucoup moins inclinés que ne le sont communément les lits des schistes et des ardoises.

DE LA CRAIE.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des matières qui appartiennent à la première nature : le quarz, le jaspe, les porphyres, les granites, produits immédiats du feu primitif; les grès, les argiles, les ardoises, détrimens de ces premières substances, et qui, quoique transportés, pénétrés, figurés par les eaux, et même mélangés des premières productions de ce second élément, n'en appartiennent pas moins à la grande masse primitive des matières vitreuses, lesquelles, dans cette premiere époque, composoient seules le globe entier. Maintenant considérons les matières calcaires qui se trouvent en si grande quantité et en tant d'endroits sur cette première surface du globe, et qui sont proprement l'ouvrage de l'eau même et son produit immédiat. C'est dans cet élément que se sont en effet formées ces substances qui n'existoient pas auparavant, qui n'ont pu se produire que par l'intermède de l'eau, et qui nonseulement ont été transportées, entassées et disposées par ses mouvemens, mais même ont été combinées, composées et produites dans le sein de la mer.

Cette production d'une nouvelle substance pierreuse par le moyen de l'eau, est un des plus étonnans ouvrages de la Nature, et en même temps un des plus universels; il tient à la génération la plus immense peut-être qu'elle ait enfantée dans sa première fécondité : cette génération est celle des coquillages, des madrépores, des coraux et de toutes les espèces qui filtrent le suc pierreux et produisent la matière calcaire, sans que nul autre agent, nulle autre puissance particulière de la Nature puisse ou ait pu former cette substance. La multiplication de ces animaux à coquilles est si prodigieuse, qu'en s'amoncelant ils élèvent encore aujourd'hui en mille endroits des récifs, des bancs, des hauts-fonds, qui sont les sommets des collines sous-marines, dont la base et la masse sont également formées de l'entassement de leurs dépouilles[1]. Et combien dut être encore plus immense le nombre

[1] Cette multitude d'îles basses et de bancs sur lesquels se perdit le navigateur Roggewein, ont été revus et reconnus par MM. Byron et Cook; toutes ces îles ne sont soutenues que par des bancs de corail, élevés du fond de la mer jusqu'à sa surface. Ce fait étonnant a été si bien vu par ces bons observateurs, qu'on ne peut le révoquer en doute. Voyez de plus toutes les relations des navigateurs, sur les sondes tombées sur des rochers de coquillages, et sur les câbles et grelins des ancres coupés contre les récifs de madrépores et de coraux.

de ces ouvriers du vieil Océan dans le fond de la mer universelle, lorsqu'elle saisit tous les principes de fécondité répandus sur le globe animé de sa première chaleur !

Sans cette réflexion, pourrions-nous soutenir la vue vraiment accablante des masses de nos montagnes calcaires, entièrement composées de cette matière toute formée des dépouilles de ces premiers habitans de la mer ? Nous en voyons à chaque pas les prodigieux amas ; nous en avons déjà recueilli mille preuves [1] : chaque contrée peut en offrir de nouvelles, et les articles suivans les confirmeront encore par un plus grand développement [2].

Nous commencerons par la craie, non qu'elle soit la plus commune ou la plus noble des substances calcaires, mais parce que de ces matières, qui toutes également tirent leur origine des coquilles, la craie doit en être regardée comme le premier détriment, dans lequel cette substance coquilleuse est encore toute pure, sans mélange d'autre matière, et sans aucune de ces nouvelles formes de cristallisation spathique que la stillation des eaux donne à la plupart des pierres calcaires ; car, en réduisant des coquilles en poudre, on aura une matière semblable à celle de la craie pulvérisée.

Il a donc pu se former de grands dépôts de ces poudres de coquilles, qui sont encore aujourd'hui sous cette forme pulvérulente, ou qui ont acquis avec le temps de la consistance et quelque solidité : mais les craies sont en général ce qu'il y a de plus léger et de moins solide dans ces matières calcaires, et la craie la plus dure est encore une pierre tendre ; souvent, au lieu de se présenter en masses solides, la craie n'est qu'une poussière sans cohésion, surtout dans ses couches extérieures. C'est à ces lits de poussière de craie qu'on a souvent donné le nom de *marne* : mais je dois avertir, pour éviter toute confusion, que ce nom ne doit s'appliquer qu'à une terre mêlée de craie et d'argile, ou de craie et de terre limoneuse, et que la craie est au contraire une matière simple, produite par le seul détriment des substances purement calcaires.

Ces dépôts de poudre coquilleuse ont formé des couches épaisses et souvent très-étendues, comme on le voit dans la province de Champagne, dans les falaises de Normandie, dans l'île de France, à la Roche-Guyon, etc. ; et ces couches composées de poussières légeres, ayant été déposées les dernières, sont exactement hori-

---

[1] Voyez tous les articles de la *Théorie de la Terre* et des *Preuves*, sur les carrières et les montagnes composées de coquillages et autres dépouilles des productions marines.

[2] Voyez en particulier les articles de la *Pierre calcaire* et du *Marbre*.

zontales, et prennent rarement de l'inclinaison, même dans leurs lits les plus bas, où elles acquièrent plus de dureté que dans les lits supérieurs. Cette même différence de solidité s'observe dans toutes les carrières anciennement formées par les sédimens des eaux de la mer. La masse entière de ces bancs calcaires étoit également molle dans le commencement; mais les couches inférieures, formées avant les autres, se sont consolidées les premières; et en même temps elles ont reçu par infiltration toutes les particules pierreuses que l'eau a détachées et entraînées des lits supérieurs. Cette addition de substance a rempli les intervalles et les pores des pierres inférieures, et a augmenté leur densité et leur dureté à mesure qu'elles se formoient et prenoient de la consistance par la réunion de leurs propres parties. Cependant la dureté des matières calcaires est toujours inférieure à celle des matières vitreuses qui n'ont point été altérées ou décomposées par l'eau. Les substances coquilleuses dont les pierres calcaires tirent leur origine, sont, par leur nature, d'une consistance plus molle et moins solide que les matières vitreuses; mais quoiqu'il n'y ait point de pierres calcaires aussi dures que le quarz ou les jaspes, quelques-unes, comme les marbres, le sont néanmoins assez pour recevoir un beau poli.

La craie, même la plus durcie, n'est susceptible que du poli gras que prennent les matières tendres, et se réduit au moindre effort en une poussière semblable à la poudre des coquilles; mais quoiqu'une grande partie des craies ne soit en effet que le débris immédiat de la substance des coquilles, on ne doit pas borner à cette seule cause la production de toutes les couches de craie qui se trouvent à la surface de la terre : elles ont, comme les sables vitreux, une double origine; car la quantité de la matière coquilleuse réduite en poussière s'est considérablement augmentée par les détrimens et les exfoliations qui ont été détachés de la surface des masses solides de pierres calcaires par l'impression des élémens humides. L'établissement local de ces masses calcaires paroît en plusieurs endroits avoir précédé celui des couches de craie. Par exemple, le grand terrain crétacé de la Champagne commence au-dessous de Troyes, et finit au-delà de Rethel; ce qui fait une étendue d'environ quarante lieues, sur dix ou douze de largeur moyenne; et la montagne de Reims qui fait saillie sur ce terrain, n'est pas de craie, mais de pierre calcaire dure : il en est de même du mont *Aimé*, qui est isolé au milieu de ces plaines de craie, et qui est également composé de bancs de pierres dures très-différentes de la craie, et qui sont semblables aux pierres des mon-

tagnes situées de l'autre côté de Vertus et de Bergères. Ces montagnes de pierre dure paroissent donc avoir surmonté de tout temps les collines et les plaines où gisent actuellement les craies, et dès-lors on peut présumer que ces couches de craie ont été formées, du moins en partie, par les exfoliations et les poussières de pierre calcaire que les élémens humides auront détachées de ces montagnes, et que les eaux auront entraînées dans les lieux plus bas où gît actuellement la craie. Mais cette seconde cause de la production des craies est subordonnée à la première; et même dans plusieurs endroits de ce grand terrain crétacé, la craie présente sa première origine, et paroît purement coquilleuse; elle se trouve composée ou remplie de coquilles entières parfaitement conservées, comme on le voit à Courtagnon et ailleurs; en sorte qu'on ne peut douter que l'établissement local de ces couches de craie mêlées de coquilles ne se soit fait dans le sein de la mer et par le mouvement de ses eaux. D'ailleurs on trouve souvent les dépôts ou lits de craie surmontés par d'autres matières, qui n'ont pu être amenées que par alluvion, comme en Pologne, où les craies sont très-abondantes, et particulièrement dans le territoire de Sadki, où M. Guettard dit, d'après Rzaczynski, qu'on ne trouve la craie qu'au-dessous d'un lit de mine de fer qui est précédé de plusieurs autres couches de différentes matières.

Ces dépôts de craie formés au fond de la mer par le sédiment des eaux, n'étoient pas originairement d'une matière aussi simple et aussi pure qu'elle l'est aujourd'hui : car on trouve, entre les couches de cette matière crétacée, de petits lits de substance vitreuse; le *silex*, que nous nommons *pierre à fusil*, n'est nulle part en aussi grande quantité que dans les craies. Ainsi cette poussière crétacée étoit mélangée de particules vitreuses et silicées, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux; et après l'établissement de ces couches de craie mêlées de parties silicées, l'eau les aura pénétrées par infiltration, se sera chargée de ces particules silicées, et les aura déposées entre les couches de craie, où elles se seront réunies par leur force d'affinité; elles y ont pris la forme et le volume que les cavités ou les intervalles entre les couches leur ont permis de prendre. Cette sécrétion de silex se fait dans les craies de la même manière que celle de la matière calcaire se fait dans les argiles : ces substances hétérogènes, atténuées par l'eau et entraînées par sa filtration, sont également posées entre les grandes couches de craie et d'argile, et disposées de même en lits horizontaux; seulement on observe que les petites masses de pierres calcaires ainsi formées dans l'argile sont ordinairement plates et assez

minces, au lieu que les masses de silex formées dans la craie sont presque toujours en petits blocs épais et arrondis. Cette différence peut provenir de ce que la résistance de l'argile est plus grande que celle de la craie; en sorte que la force de la masse silicée qui tend à se former, soulève ou comprime aisément la craie dont elle se trouve environnée; au lieu que la même force ne peut faire un aussi grand effet dans l'argile, qui, étant plus compacte et plus pesante, cède plus difficilement et se comprime moins. Il y a encore une différence très-apparente dans l'établissement de ces deux sécrétions, relativement à leur quantité : dans les collines de craie coupées à pic, on voit partout ces lits de silex, dont la couleur brune contraste avec le blanc de la couche de craie; souvent il se trouve de distance à autre plusieurs de ces lits posés horizontalement entre les grands lits de craie, dont l'épaisseur est de plusieurs pieds, en sorte que toute la masse de craie, jusqu'à la dernière couche, paroît être traversée horizontalement par ces petits lits de silex, au lieu que, dans les argiles coupées de même à plomb, les petits lits de pierre calcaire ne se trouvent qu'entre les couches supérieures, et n'ont jamais autant d'épaisseur et de continuité que *les lits* de silex, ce qui paroît encore provenir de la plus grande facilité de l'infiltration des eaux dans la craie qu'elles pénètrent dans toute son épaisseur; au lieu qu'elles ne pénètrent que les premières couches de l'argile, et ne peuvent par conséquent déposer des matières calcaires à une grande profondeur.

La craie est blanche, légère et tendre, et, selon ses degrés de pureté, elle prend différens noms. Comme toutes les autres substances calcaires, elle se convertit en chaux par l'action du feu, et fait effervescence avec les acides : elle perd environ un tiers de son poids par la calcination, sans que son volume en soit sensiblement diminué, et sans que sa nature en soit essentiellement altérée; car, en la laissant exposée à l'air et à la pluie, cette chaux de craie reprend peu à peu les parties intégrantes que le feu lui avoit enlevées, et dans ce nouvel état on peut la calciner une seconde fois, et en faire de la chaux d'aussi bonne qualité que la première. On peut même se servir de la craie crue pour faire du mortier, en la mêlant avec la chaux; car elle est de même nature que le gravier calcaire, dont elle ne diffère que par la petitesse de ses grains. La craie que l'on connoît sous le nom de *blanc d'Espagne*, est l'une des plus fines, des plus pures et des plus blanches; on l'emploie pour dernier enduit sur les autres mortiers. Cette craie fine ne se trouve pas en grandes couches, ni même en bancs, mais dans les fentes des rochers calcaires et sur la pente

des collines crétacées; elle y est conglomérée en pelotes plus ou moins grosses; et quand cette craie fine est encore plus atténuée, elle forme d'autres concrétions d'une substance encore plus légère, auxquelles les naturalistes ont donné le nom de *lac lunæ* (nom très-impropre, puisqu'il ne désigne qu'un rapport chimérique), *medulla saxi* (qui ne convient guère mieux, puisque le mot *saxum*, traduit par ces mêmes naturalistes, ne désigne pas la pierre calcaire, mais le roc vitreux): cette matière seroit donc mieux désignée par le nom de *fleur de craie*; car ce n'est en effet que la partie la plus ténue de la craie, que l'eau détache et dépose ensuite dans les cavités qu'elle rencontre. Et lorsque ce dépôt, au lieu de se faire en masses, ne se fait qu'en superficie, cette même matière prend la forme de lames et d'écailles, auxquelles ces mêmes nomenclateurs en minéralogie ont donné le nom d'*agaric minéral* (cequi n'est fondé que sur une fausse analogie).

Les hommes, avant d'avoir construit des maisons, ont habité les cavernes : ils se sont mis à l'abri des rigueurs de l'hiver et de la trop grande ardeur de l'été, en se réfugiant dans les antres des rochers; et lorsque cette commodité leur a manqué, ils ont cherché à se la procurer aux moindres frais possibles, en faisant des galeries et des excavations dans les matières les moins dures, telles que la craie. Le nom de *Troglodytes* (habitans des cavernes), donné aux peuples les plus antiques, en est la preuve; aussi bien que le grand nombre de ces grottes que l'on voit encore aux Indes, en Arabie, et dans tous les climats où le soleil est brûlant et l'ombrage rare. La plupart de ces grottes ont été travaillées de main d'homme, et souvent agrandies au point de former de vastes habitations souterraines, où il ne manque que la facilité de recevoir le jour; car, du reste, elles sont saines, et, dans ces climats chauds, fraîches sans humidité. On voit même dans nos coteaux et collines de craie, des excavations à rez-de-chaussée, pratiquées avec avantage et moins de dépense qu'il ne faudroit pour construire des murs et des voûtes; et les blocs tirés de ces excavations servent de matériaux pour bâtir les étages supérieurs. La craie des lits inférieurs est en effet une espèce de pierre assez tendre dans sa carrière, mais qui se durcit à l'air, et qu'on peut employer non-seulement pour bâtir, mais aussi pour les ouvrages de sculpture.

La craie n'est pas si généralement répandue que la pierre calcaire dure; ses couches, quoique très-étendues en superficie, ont rarement autant de profondeur que celles des autres pierres, et, dans cinquante ou soixante pieds de hauteur perpendiculaire, on voit souvent les degrés du plus ou moins de solidité de la craie.

Elle est ordinairement en poussière ou en moellon très-tendre dans le lit supérieur : elle prend plus de consistance à mesure qu'elle est située plus bas ; et comme l'eau la pénètre jusqu'à la plus grande profondeur, et se charge des molécules crétacées les plus fines, elle produit non-seulement les pelotes de blanc d'Espagne, de moelle de pierre [1] et de fleurs de craie, mais aussi les stalactites solides ou en tuyaux dont sont formés les tufs. Toutes ces concrétions qui proviennent des détrimens de la craie, ne contiennent point de coquilles; elles sont, comme toutes les autres exsudations ou stillations, composées des particules les plus déliées que l'eau a enlevées et ensuite déposées sous différentes formes dans les fentes ou cavités des rochers, ou dans les lieux plus bas où elles se sont rassemblées.

Ces dépôts secondaires de matières crétacées se font assez promptement pour remplir en quelques années des trous de trois ou quatre pieds de diamètre, et d'autant de profondeur. Toutes les personnes qui ont planté des arbres dans les terrains de craie, ont pu s'apercevoir d'un fait qui doit servir ici d'exemple. Ayant planté un bon nombre d'arbres fruitiers dans un terrain fertile en grains, mais dont le fond est d'une craie blanche et molle, et dont les couches ont une assez grande profondeur, les arbres y poussèrent assez vigoureusement la première et la seconde année, ensuite ils languirent et périrent. Ce mauvais succès ne rebuta pas le propriétaire du terrain; on fit des tranchées plus profondes, dont on tira toute la craie, et on les remplit ensuite de bonne terre végétale, dans laquelle on planta de nouveaux arbres : mais ils ne réussirent pas mieux, et tous périrent en cinq ou six années. On visita alors avec attention le terrain où ces arbres avoient été plantés, et l'on reconnut avec quelque surprise que la bonne terre qui avoit été mise dans les tranchées étoit si fort mêlée de craie, qu'elle avoit presque disparu, et que cette très-grande quantité de matière crétacée n'avoit été amenée que par la stillation des eaux [2].

Cependant cette même craie qui paroît si stérile et même si contraire à la végétation, peut l'aider et en augmenter le produit en la répandant sur les terres argileuses trop dures et trop compactes : c'est ce que l'on appelle *marner les terres*, et cette espèce de préparation leur donne de la fécondité pour plusieurs années;

---

[1] On a aussi nommé cette moelle de pierre ou de craie, *farina mineralis*, parce qu'elle ressemble à la farine par sa blancheur et sa légèreté, et qu'on a même prétendu, mais fort mal à propos, qu'elle peut devenir un aliment en le mêlant avec de la farine de grain.

[2] Note communiquée par M. Nadault.

mais comme les terres de différentes qualités demandent à être marnées de différentes façons, et que la plupart des marnes dont on se sert diffèrent de la craie, nous croyons devoir en faire un article particulier.

DE LA MARNE.

La marne n'est pas une terre simple, mais composée de craie mêlée d'argile ou de limon; et, selon la quantité plus ou moins grande de ces terres argileuses ou limoneuses, la marne est plus ou moins sèche ou plus ou moins grasse. Il faut donc, avant de l'employer à l'amendement d'un terrain, reconnoître la quantité de craie contenue dans la marne qu'on y destine; et cela est aisé par l'épreuve des acides, et même en la faisant délayer dans l'eau. Or toute marne sèche et qui contiendra beaucoup plus de craie que d'argile ou de limon, conviendra pour marner les terres dures et compactes, que l'eau ne pénètre que difficilement, et qui se durcissent et se crevassent par la sécheresse; et même la craie pure, mêlée avec ces terres, les rend plus meubles, et par conséquent susceptibles d'une culture plus aisée : elles deviennent aussi plus fécondes par la facilité que l'eau et les jeunes racines des plantes trouvent à les pénétrer et à vaincre la résistance que leur trop grande compacité opposoit à la germination et au développement des graines délicates. La craie pure et même le sable fin, de quelque nature qu'il soit, peuvent donc être employés avec grand avantage pour marner les terres trop compactes ou trop humides; mais il faut au contraire de la marne mêlée de beaucoup d'argile, ou mieux encore de terre limoneuse, pour les terres stériles par sécheresse, et qui sont elles-mêmes composées de craie, de tuf et de sable. La marne la plus grasse est la meilleure pour ces terrains maigres; et pourvu qu'il y ait dans la marne qu'on veut employer, une assez grande quantité de parties calcaires pour que l'argile y soit divisée, cette marne presque entièrement argileuse, et même la terre limoneuse toute pure, seront les meilleurs engrais qu'on puisse répandre sur les terrains sableux. Entre ces deux extrêmes, il sera aisé de saisir les degrés intermédiaires, et de donner à chaque terrain la quantité et la qualité de la marne qui pourra convenir pour engrais [1]. On doit seulement observer que, dans

1 M. Faujas de Saint-Fond parle de certains cantons du Dauphiné qui sont très-fertiles, et dont le sol contient environ un quart de matière calcaire, mêlée natu-

tous les cas, il faut mêler la marne avec une certaine quantité de fumier; et cela est d'autant plus nécessaire, que le terrain est plus humide et plus froid. Si l'on répand les marnes sans y mêler du fumier, on perdra beaucoup sur le produit de la première et même de la seconde récolte : car le bon effet de l'amendement marneux ne se manifeste pleinement qu'à la troisième ou quatrième année.

Les marnes qui contiennent une grande quantité de craie sont ordinairement blanches; celles qui sont grises, rougeâtres ou brunes, doivent ces couleurs aux argiles ou à la terre limoneuse dont elles sont mélangées : et ces couleurs plus ou moins foncées sont encore un indice par lequel on peut juger de la qualité de chaque marne en particulier. Lorsqu'elle est tout-à-fait convenable à la nature du terrain sur lequel on la répand, il est alors bonifié pour nombre d'années [1], et le cultivateur fait un double profit : le premier, par l'épargne des fumiers, dont il usera beaucoup moins; et le second, par le produit de ses récoltes, qui sera plus abondant. Si l'on n'a pas à sa portée des marnes de la qualité qu'exigeroient les terrains qu'on veut améliorer, il est presque toujours possible d'y suppléer en répandant de l'argile sur les terres trop légères, et de la chaux sur les terres trop fortes ou trop humides; car la chaux éteinte est absolument de la même nature que la craie, puisqu'elles ne sont toutes deux que de la pierre calcaire réduite en poudre. Ce qu'on a dit sur les prétendus sels ou qualités particulières de la marne pour la végétation, sur son eau générative, etc., n'est fondé que sur des préjugés. La cause principale et peut-être unique de l'amélioration des terres, est le mélange d'une autre terre différente, et dont les qualités se compensent et font de deux terres stériles une terre féconde. Ce n'est pas que les sels en petite quantité ne puissent aider les progrès de la végétation et en augmenter

---

rellement avec un tiers d'argile noire, tenace, mais rendue friable par environ un quart d'un sable sec et grenu ; et, pour le surplus, d'un second sable fin, doux et brillant.... Voyez le *Mémoire sur la marne*, par M. Faujas de Saint-Fond, et les *Affiches du Dauphiné*, octobre 1780.

[1] Suivant Pline, la fécondité communiquée aux terres par certaines marnes dure cinquante et jusqu'à quatre-vingts années. Voyez son *Histoire naturelle*, liv. XVII, chap. 7 et 8. Il dit aussi que c'est aux Gaulois et aux Bretons qu'on doit l'usage de cet engrais pour la fertilisation des terres. (*Idem*, *ibid*.)

M. de Gensanne, en parlant des marnes, fait de bonnes observations sur leur emploi, et il cite un exemple qui prouve que cet engrais est non-seulement utile pour augmenter la production des grains, mais aussi pour faire croître plus promptement et plus vigoureusement les arbres, et en particulier les mûriers blancs. (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome I.)



le produit : mais les effets du mélange convenable des terres sont indépendans de cette cause particulière; et ce seroit beaucoup accorder à l'opinion vulgaire, que d'admettre dans la marne des principes plus actifs pour la végétation que dans toute autre terre, puisque par elle-même la marne est d'autant plus stérile, qu'elle est plus pure et plus approchante de la nature de la craie.

Comme les marnes ne sont que des terres plus ou moins mélangées et formées assez nouvellement par les dépôts et les sédimens des eaux pluviales, il est rare d'en trouver à quelque profondeur dans le sein de la terre; elles gisent ordinairement sous la couche de la terre végétale, et particulièrement au bas des collines et des rochers de pierres calcaires qui portent sur l'argile ou le schiste. Dans certains endroits, la marne se trouve en forme de noyaux ou de pelotes; dans d'autres, elle est étendue en petites couches horizontales ou inclinées suivant la pente du terrain; et lorsque les eaux pluviales, chargées de cette matière, s'infiltrent à travers les couches de la terre, elles la déposent en forme de concrétions et de stalactites, qui sont formées de couches concentriques et irrégulièrement groupées. Ces concrétions provenant de la craie et de la marne, ne prennent jamais autant de dureté que celles qui se forment dans les rochers de pierres calcaires dures; elles sont aussi plus impures; elles s'accumulent irrégulièrement au pied des collines, pour y former des masses d'une substance à demi pierreuse, légère et poreuse, à laquelle on donne le nom de *tuf*, qui souvent se trouve en couches assez épaisses et très-étendues au bas des collines argileuses couronnées de rochers calcaires.

C'est aussi à cette même matière crétacée et marneuse qu'on doit attribuer l'origine de toutes les incrustations produites par les eaux des fontaines, et qui sont si communes dans tous les pays où il y a de hautes collines de craie et de pierres calcaires. L'eau des pluies, en filtrant à travers les couches de ces matières calcaires, se charge des particules les plus ténues qu'elle soutient et porte avec elle quelquefois très-loin; elle en dépose la plus grande partie sur le fond et contre les bords des routes qu'elle parcourt, et enveloppe ainsi toutes les matières qui se trouvent dans son cours : aussi voit-on des substances de toute espèce et de toute figure revêtues et incrustées de cette matière pierreuse, qui non-seulement en recouvre la surface, mais se moule aussi dans toutes les cavités de leur intérieur ; et c'est à cet effet très-simple qu'on doit rapporter la cause qui produit ce que l'on appelle communément des *pétrifications*, lesquelles ne diffèrent des incrustations que par cette pénétration dans tous les vides et interstices de l'intérieur des ma-

tières végétales ou animales, à mesure qu'elles se décomposent ou pourrissent.

Dans les craies blanches et les marnes les plus pures, on ne laisse pas de trouver des différences assez marquées, surtout pour les sels qu'elles contiennent. Si on fait bouillir quelque temps dans de l'eau distillée une certaine quantité de craie prise au pied d'une colline ou dans le fond d'un vallon, et qu'après avoir filtré la liqueur, on la laisse évaporer jusqu'à siccité, on en retirera du nitre et un mucilage épais d'un rouge brun; en certains lieux même le nitre est si abondant dans cette sorte de craie ou de marne, qui a ordinairement la forme de tuf, que l'on pourroit en tirer du salpêtre en très-grande quantité, et qu'en effet on en tire bien plus abondamment des décombres ou des murs bâtis de ce tuf crétacé que de toute autre matière. Si l'on fait la même épreuve sur la craie pelotonnée qui se trouve dans les fentes des rochers calcaires, et surtout sur ces masses de matière molle et légère de fleur de craie dont nous avons parlé, au lieu de nitre on n'en retirera souvent que du sel marin, sans aucun mélange d'autre sel, et en beaucoup plus grande quantité qu'on ne retire de nitre des tufs et des craies prises dans les vallons et sous la couche de terre végétale. Cette différence assez singulière ne vient que de la différente qualité des eaux: car, indépendamment des matières terreuses et bitumineuses qui se trouvent dans toutes les eaux, la plupart contiennent des sels en assez grande quantité, et de nature différente, selon la différente qualité du terrain où elles ont passé; par exemple, toutes les eaux dont les sources sont dans la couche de terre végétale ou limoneuse, contiennent une assez grande quantité de nitre. Il en est de même de l'eau des rivières et de la plupart des fontaines, au lieu que les eaux pluviales les plus pures et recueillies en plein air avec précaution pour éviter tout mélange, donnent, après l'évaporation, une poudre terreuse très-fine, d'une saveur sensiblement salée et du même goût que le sel marin. Il en est de même de la neige; elle contient aussi du sel marin comme de l'eau de pluie, sans mélange d'autres sels, tandis que les eaux qui coulent sur les terres calcaires ou végétales, ne contiennent point de sel marin, mais du nitre. Les couches de marne stratifiées dans les vallons, au pied des montagnes, sous la terre végétale, fournissent du salpêtre, parce que la pierre calcaire et la terre végétale, dont elles tirent leur origine, en contiennent. Au contraire, les pelotes qui se trouvent dans les fentes ou dans les joints des pierres et entre les lits des bancs calcaires, ne donnent, au lieu de nitre, que du sel marin, parce qu'elles doi-

vent leur formation à l'eau pluviale tombée immédiatement dans ces fentes, et que cette eau ne contient que du sel marin, sans aucun mélange de nitre; au lieu que les craies, les marnes et les tufs amassés au bas des collines et dans les vallons, étant perpétuellement baignés par des eaux qui lavent à chaque instant la grande quantité de plantes dont la superficie de la terre est couverte, et qui arrivent par conséquent toutes chargées et imprégnées du nitre qu'ils ont dissous à la superficie de la terre, ces couches reçoivent le nitre d'autant plus abondamment, que ces mêmes eaux y demeurent sans écoulement et presque stagnantes.

DE LA PIERRE CALCAIRE.

La formation des pierres calcaires est l'un des plus grands ouvrages de la Nature; quelque brute que nous en paroisse la matière, il est aisé d'y reconnoître une forme d'organisation actuelle, et des traces d'une organisation antérieure, bien plus complète dans les parties dont cette matière est originairement composée. Ces pierres ont en effet été primitivement formées du détriment des coquilles, des madrépores, des coraux, et de toutes les autres substances qui ont servi d'enveloppe ou de domicile à ces animaux infiniment nombreux, qui sont pourvus des organes nécessaires pour cette production de matière pierreuse : je dis que le nombre de ces animaux est immense, infini; car l'imagination même seroit épouvantée de leur quantité, si nos yeux ne nous en assuroient pas en nous démontrant leurs débris réunis en grandes masses, et formant des collines, des montagnes et des terrains de plusieurs lieues d'étendue. Quelle prodigieuse pullulation ne doit-on pas supposer dans tous les animaux de ce genre! Quel nombre d'espèces ne faut-il pas compter, tant dans les coquillages et crustacés actuellement existans, que pour ceux dont les espèces ne subsistent plus, et qui sont encore beaucoup plus nombreux! Enfin combien de temps et quel nombre de siècles n'est-on pas forcé d'admettre pour l'existence successive des uns et des autres! Rien ne peut satisfaire notre jugement à cet égard, si nous n'admettons pas une grande antériorité de temps pour la naissance des coquillages avant tous les autres animaux, et une multiplication non interrompue de ces mêmes coquillages pen-

dant plusieurs centaines de siècles : car toutes les pierres et craies disposées et déposées en couches horizontales par les eaux de la mer, ne sont en effet formées que de ces coquilles ou de leurs débris réduits en poudre ; et il n'existe aucun autre agent, aucune autre puissance particulière dans la Nature, qui puisse produire la matière calcaire, dont nous devons par conséquent rapporter la première origine à ces êtres organisés.

Mais, dans les amas immenses de cette matière, toute composée des débris des animaux à coquilles, nous devons d'abord distinguer les grandes couches qui sont d'ancienne formation, et en séparer celles qui, ne s'étant formées que des détrimens des premières, sont, à la vérité, d'une même nature, mais d'une date de formation postérieure; et l'on reconnoîtra toujours leurs différences par des indices faciles à saisir. Dans toutes les pierres d'ancienne formation, il y a toujours des coquilles ou des impressions de coquilles et de crustacés très-évidentes, au lieu que, dans celles de formation moderne, il n'y a nul vestige, nulle figure de coquilles. Ces carrières de pierres parasites, formées du détriment des premières, gisent ordinairement au pied ou à quelque distance des montagnes et des collines dont les anciens bancs ont été attaqués dans leur contour par l'action de la gelée et de l'humidité : les eaux ont ensuite entraîné et déposé dans les lieux plus bas toutes les poudres et les graviers détachés des bancs supérieurs; et ces débris stratifiés les uns sur les autres par le transport et le sédiment des eaux, ont formé ces lits de pierres nouvelles où l'on ne voit aucune impression de coquilles, quoique ces pierres de seconde formation soient, comme la pierre ancienne, entièrement composées de substance coquilleuse.

Et dans ces pierres de formation secondaire, on peut encore en distinguer de plusieurs dates différentes, et plus ou moins modernes ou récentes : toutes celles, par exemple, qui contiennent des coquilles fluviatiles, comme on en voit dans la pierre qui se tire derrière l'Hôpital général à Paris, ont été formées par des eaux vives et courantes, long-temps après que la mer a laissé notre continent à découvert; et néanmoins la plupart des autres, dans lesquelles on ne trouve aucune de ces coquilles fluviatiles, sont encore plus récentes. Voilà donc trois dates de formation bien distinctes : la première et plus ancienne est celle de la formation des pierres dans lesquelles on voit des coquilles ou des impressions de coquilles marines, et ces anciennes pierres ne présentent jamais des impressions de coquilles terrestres ou fluviatiles ; la seconde formation est celle de ces pierres mêlées de petites *vis* et

limaçons fluviatiles ou terrestres ; et la troisième sera celle des pierres qui, ne contenant aucunes coquilles marines ou terrestres, n'ont été formées que des détrimens et des débris réduits en poussière des unes ou des autres.

Les lits de ces pierres de seconde formation ne sont pas aussi étendus ni aussi épais que ceux des anciennes et premières couches dont ils tirent leur origine; et ordinairement les pierres elles-mêmes sont moins dures, quoique d'un grain plus fin : souvent aussi elles sont moins pures, et se trouvent mélangées de différentes substances que l'eau a rencontrées et charriées avec la matière de pierre [1]. Ces lits de pierres nouvelles ne sont, dans la réalité, que des dépôts semblables à ceux des incrustations, et chacune de ces carrières parasites doit être regardée comme une agrégation d'un grand nombre d'incrustations ou concrétions pierreuses, superposées et stratifiées les unes sur les autres. Elles prennent avec le temps plus ou moins de consistance et de dureté, suivant leur degré de pureté, ou selon les mélanges qui sont entrés dans leur composition. Il y a de ces concrétions, telles que les albâtres, qui reçoivent le poli ; d'autres qu'on peut comparer à la craie par leur blancheur et leur légèreté ; d'autres qui ressemblent plus au tuf. Ces lits de pierre de seconde et de troisième

---

[1] Dans une carrière de cette espèce, dont la pierre est blanche et d'un grain assez fin, située à Condat, près d'Agen, on trouve non-seulement des pyrites, mais du charbon de bois brûlé, qui a conservé sa nature de charbon. Voici ce que m'en a écrit M. de la Ville de Lacepède par sa lettre du 7 novembre 1776 : « La « carrière de Condat, autant qu'on en peut juger, occupe un arpent de terre, et « paroît s'étendre à une assez grande profondeur, quoiqu'elle n'ait été encore « exploitée qu'à celle de deux ou trois toises : les couches supérieures sont fort « minces et divisées par un grand nombre de fentes perpendiculaires ; elles sont « moins dures que celles qui sont situées plus bas. Cette pierre ne contient aucune « impression de coquilles, mais elle renferme plusieurs matières hétérogènes, « comme du silex entre les couches, et même dans les fentes perpendiculaires, des « pyrites qui sont comme incorporées avec la substance de la pierre, et enfin des « morceaux de charbon. Vous pourrez, monsieur, voir par vous-même la manière « dont ces matières étrangères y sont renfermées, en jetant les yeux sur les mor- « ceaux de pierre que je vais avoir l'honneur de vous envoyer au Jardin du Roi, « et que vous m'aviez demandés........ J'ai trouvé aussi des pyrites enchâssées dans « des pierres d'une carrière voisine de celle de Condat, ayant la même composi- « tion intérieure, et ne contenant point de coquilles ; ces deux carrières occupent « les deux côtés d'un très-petit vallon qui les sépare, et sont à peu près à la même « hauteur....... et toutes deux sont situées au bas de plusieurs montagnes, dont « les sommets sont composés de pierres calcinables d'ancienne formation, et d'un « grain bien moins fin que celui des pierres de Condat, qui seules ont cette blan- « cheur éclatante et cette facilité à recevoir un beau poli qui les font employer à « la place du marbre. »

formation sont ordinairement séparés les uns des autres par des joints ou délits horizontaux assez larges, et qui sont remplis d'une matière pierreuse, moins pure et moins liée, que l'on nomme *bousin*, tandis que, dans les pierres de première formation, les délits horizontaux sont étroits et remplis de spath. On peut encore remarquer que, dans les pierres de première formation, il y a plus de solidité, plus d'adhérence entre les grains, dans le sens horizontal que dans le sens vertical; en sorte qu'il est plus aisé de les fendre ou casser verticalement qu'horizontalement, au lieu que, dans les pierres de seconde et troisième formation, il est à peu près également aisé de les travailler dans tous les sens. Enfin, dans les pierres d'ancienne formation, les bancs ont d'autant plus d'épaisseur et de solidité qu'ils sont situés plus bas, au lieu que les lits de formation moderne ne suivent aucun ordre, ni pour leur dureté, ni pour leur épaisseur. Ces différences, très-apparentes, suffisent pour qu'on puisse reconnoître et distinguer au premier coup d'œil une carrière d'ancienne ou de nouvelle pierre.

Mais, outre ces couches de première, de seconde et de troisième formation, dans lesquelles la pierre calcaire est en masses uniformes ou par bancs composés de grains plus ou moins fins, on trouve en quelques endroits des amas entassés et très-étendus de pierres arrondies et liées ensemble par un ciment pierreux, ou séparées par des cavités remplies d'une terre presque aussi dure que les pierres avec lesquelles elle fait masse continue, et si solide qu'on ne peut en détacher des blocs qu'au moyen de la poudre. Ces couches de pierres arrondies sont peut-être d'une date aussi nouvelle que celle des carrières parasites de dernière formation. La finesse du grain de ces pierres arrondies, leur résistance à l'action du feu, plus grande que celle des autres pierres à chaux, le peu de profondeur où se trouve la base de leurs amas, la forme même de ces pierres, qui semble démontrer qu'elles ont été roulées, tout se réunit pour faire croire que ce sont des blocs en débris de pierres plus ou moins anciennes, lesquels ont été arrondis par le frottement, et ensuite liés ensemble par une terre mêlée d'une assez grande quantité de substance spathique pour se durcir et faire corps avec ces pierres.

Nous devons encore citer ici d'autres pierres en blocs, qui d'abord étoient liées ensemble par des terres durcies, et qui se sont ensuite séparées lorsque ce ciment terreux a été dissous ou délayé par les élémens humides : on trouve dans le lit de plusieurs rivières un très-grand nombre de ces pierres calcaires arrondies en petit ou

gros volume, et à des distances considérables des montagnes dont elles sont descendues [1].

Et c'est à cette même interposition de matière terreuse entre ces blocs en débris, qu'on doit attribuer l'origine des pierres trouées qu'on rencontre si communément dans les petites gorges et vallons où les eaux ont autrefois coulé en ruisseaux, qui depuis ont tari ou ne coulent plus que pendant une partie de l'année; ces eaux ont peu à peu délayé la terre contenue dans tous les intervalles de la masse de ces pierres, qui se présentent actuellement avec tous leurs vides, souvent trop grands pour qu'elles puissent être employées dans la maçonnerie. Ces pierres à grands trous ne peuvent aussi être taillées régulièrement; elles se brisent sous le marteau, et tiennent ordinairement plus ou moins de la mauvaise qualité de la *roche morte*, qui se divise par écailles ou en morceaux irréguliers: mais lorsque ces pierres ne sont percées que de petits trous de quelques lignes de diamètre, on les préfère pour bâtir, parce qu'elles sont plus légères, et qu'elles reçoivent et saisissent mieux le mortier que les pierres pleines.

Il y a dans le genre calcaire, comme dans le vitreux, des pierres vives et d'autres qu'on peut appeler *mortes*, parce qu'elles ont perdu les principes de leur solidité et qu'elles sont en partie décomposées: ces roches mortes se trouvent le plus souvent au pied des collines, et environnent leur base à quelques toises de hauteur et d'épaisseur, au-delà desquelles on trouve la roche vive sur le même niveau; ce qui suffit pour démontrer que cette roche aujourd'hui morte étoit jadis aussi vive que l'autre; mais qu'étant exposée aux impressions de l'air, de la gelée et des pluies, elle a subi les différentes altérations qui résultent de leur action long-temps continuée, et qui tendent toutes à la désunion de leurs parties constituantes, soit en interrompant leur continuité, soit en décomposant leur substance.

On voit déjà que, quoiqu'en général toutes les pierres calcaires aient une première origine commune, et que toutes soient essentiellement de la même nature, il y a de grandes différences entre elles pour les temps de leur formation, et une diversité encore plus grande dans leurs qualités particulières. Nous avons parlé des différens degrés de leur dureté, qui s'étendent de la craie jusqu'au marbre: la craie, dans ses couches supérieures, est sou-

---

[1] Dans le Rhône et dans les rivières et ruisseaux qui descendent du mont Jura, dont tous les contours sont de pierres calcaires jusqu'à une grande hauteur, on trouve une très-grande quantité de ces pierres calcaires arrondies, à plusieurs lieues de distance de ces montagnes.



vent plus tendre que l'argile sèche ; et le marbre le plus dur ne l'est jamais autant, à beaucoup près, que le quarz ou le jaspe : entre ces deux extrêmes, on trouve toutes les nuances du plus ou moins de dureté dans les pierres calcaires, soit de première, soit de seconde ou de troisième formation ; car, dans ces dernières carrières, on rencontre quelquefois des lits de pierre aussi dure que dans les couches anciennes, comme la pierre de *liais*, qui se tire dans les environs de Paris, et dont la dureté vient de ce qu'elle est surmontée de plusieurs bancs d'autres pierres, dont elle a reçu les sucs pétrifians.

Le plus ou moins de dureté des pierres dépend de plusieurs circonstances, dont la première est celle de leur situation au-dessous d'une plus ou moins grande épaisseur d'autres pierres ; et la seconde, la finesse des grains et la pureté des matières dont elles sont formées : leur force d'affinité s'étant exercée avec d'autant plus de puissance que la matière étoit plus pure et que les grains se sont trouvés plus fins, c'est à cette cause qu'il faut attribuer la première solidité de ces pierres, et cette solidité se sera ensuite fort augmentée par les sucs pierreux continuellement infiltrés des bancs supérieurs dans les inférieurs. Ainsi c'est à ces causes, toutes deux évidentes, qu'on doit rapporter les différences de la dureté de toutes les pierres calcaires pures ; car nous ne parlons pas encore ici de certains mélanges hétérogènes qui peuvent augmenter leur dureté : le fer, les minéraux métalliques, et l'argile même, produisent cet effet lorsqu'ils se trouvent mêlés avec la matière calcaire en proportion convenable.

Une autre différence qui, sans être essentielle à la nature de la pierre, devient très-importante pour l'emploi qu'on en fait c'est de résister ou non à l'action de la gelée : il y a des pierres qui, quoique en apparence d'une consistance moins solide que d'autres, résistent néanmoins aux impressions du plus grand froid, et d'autres qui, malgré leur dureté et leur solidité apparente, se fendent et tombent en écailles plus ou moins promptement, lorsqu'elles sont exposées aux injures de l'air. Ces pierres *gelisses* doivent être soigneusement rejetées de toutes les constructions exposées à l'air et à la gelée ; néanmoins elles peuvent être employées dans celles qui en sont à l'abri. Ces pierres commencent par se fendre, s'éclater en écailles, et finissent par se réduire avec le temps en graviers et en sables [1].

---

[1] M. Dumorey, habile ingénieur et constructeur très-expérimenté, m'a donné quelques remarques sur ce sujet : « J'ai, m'a-t-il dit, constamment observé que

On reconnoîtra donc les pierres gelisses aux caractères ou plutôt aux défauts que je vais indiquer : elles sont ordinairement moins pesantes [1] et plus poreuses que les autres; elles s'imbibent d'eau beaucoup plus aisément : on n'y voit pas ces points brillans qui, dans les bonnes pierres, sont les temoins du spath ou suc lapidifique dont elles sont pénétrées; car la résistance qu'elles opposent à l'action de la gelée ne dépend pas seulement de leur tissu plus serré, puisqu'il se trouve aussi des pierres légères et très-poreuses qui ne sont pas gelisses, et dont la cohérence des grains est si forte, que l'expansion de l'eau gelée dans leurs interstices n'a pas assez de force pour les désunir, tandis que, dans d'autres pierres plus pesantes et moins poreuses, cet effet de la gelée est assez violent pour les diviser et même pour les réduire en écailles et en sables.

Pour expliquer ce fait, auquel peu de gens ont fait attention, il faut se rappeler que toutes les pierres calcaires sont composées ou des détrimens des coquilles, ou des sables et graviers provenant des débris des pierres précédemment formées de ces mêmes détrimens liés ensemble par un ciment, qui n'est lui-même qu'un extrait de ce qu'il y a de plus homogène et de plus pur dans la matière calcaire : lorsque ce suc lapidifique en a rempli tous les interstices, la pierre est alors aussi dense, aussi solide et aussi pleine qu'elle peut l'être; mais quand ce suc lapidifique, en moindre quantité, n'a fait que réunir les grains sans remplir leurs intervalles, et que les grains eux-mêmes n'ont pas été pénétrés de cet élément pétrifiant, qu'enfin ils n'ont pas encore été pierre compacte, mais une simple craie ou poussière de coquilles, dont

---

« les pierres gelisses se fendent parallèlement à leur lit de carrière, et très-rarement dans le sens vertical : celle dont le grain est lisse et luisant, est plus sujette à geler que la pierre dont le grain paroît rond, ou plutôt *grenu*.

« On peut tenir pour certain que plus le grain de la pierre est aplati et luisant dans ses fractures, et plus cette pierre est gelisse : toutes les carrières de Bourgogne que j'ai observées, portent ce caractère; il est surtout très-sensible dans celles où il se trouve entre plusieurs bancs gelisses un seul qui soit exempt de ce défaut, comme on peut l'observer à la carrière de Saint-Siméon, à la porte d'Auxerre, et dans les carrières de Givry près Châlons-sur-Saône, où la pierre qui reçoit le poli, gèle, et celle dont le grain est rond et ne peut se polir, ne gèle point. Je présume que cette différence vient de ce que l'expansion de l'eau gelée se fait plus aisément entre les interstices des grains de la pierre, qu'elle ne peut se faire entre les lames de celle qui est formée par des couches horizontales très-minces; ce qui les rend luisantes et naturellement polies dans leurs fractures. »

[1] Le poids des pierres calcaires les plus denses n'excède guère deux cents livres le pied cube, et celui des moins denses cent soixante-quinze livres; toutes les pierres gelisses approchent plus de cette dernière limite que de la première.

la cohésion est foible, l'eau se glaçant dans tous les petits vides de ces pierres qui s'en imbibent aisément, rompt tout aussi aisément les liens de leur cohésion, et les réduit en assez peu de temps en écailles et en sables; tandis qu'elle ne fait aucun effet avec les mêmes efforts contre la ferme cohérence des pierres tout aussi poreuses, mais dont les grains précédemment pétrifiés ne peuvent ni s'imbiber ni se gonfler par l'humidité, et qui, se trouvant liés ensemble par le suc pierreux, résistent, sans se désunir, à la force expansive de l'eau qui se glace dans leurs interstices.

En observant la composition des pierres dans les couches d'ancienne formation, nous reconnoîtrons, à n'en pouvoir douter, que ces couches, pour la plupart, sont composées de graviers, c'est-à-dire, de débris d'autres pierres encore plus anciennes, et qu'il n'y a guère que les couches de craie qu'on puisse regarder comme produites immédiatement par les détrimens des coquilles. Cette observation semble reculer encore de beaucoup la date de la naissance des animaux à coquilles, puisque avant la formation de nos rochers calcaires, il existoit déjà d'autres rochers de même nature, dont les débris ont servi à leur construction; ces débris ont quelquefois été transportés sans mélange par le mouvement des eaux, d'autres fois ils se sont trouvés mêlés de coquilles, ou bien les graviers et les coquilles auront été déposés par lits alternatifs; car les coquilles sont rarement dispersées dans toute la hauteur des bancs calcaires; souvent, sur une douzaine de ces bancs, tous posés les uns sur les autres, il ne s'en trouvera qu'un ou deux qui contiennent des coquilles, quoique l'argile, qui d'ordinaire leur sert de base, soit mêlée d'un très-grand nombre de coquilles dispersées dans toute l'étendue de ses couches; ce qui prouve que, dans l'argile, où l'eau n'ayant pas pénétré, n'a pu les décomposer, elles se sont mieux conservées que dans les couches de matière calcaire où elles ont été dissoutes, et ont formé ce suc pétrifiant qui a rempli les pores des bancs inférieurs, et a lié les grains de la pierre qui les compose.

Car c'est à la dissolution des coquilles et des poussières de craie et de pierre qu'on doit attribuer l'origine de ce suc pétrifiant, et il n'est pas nécessaire d'admettre dans ce liquide des qualités semblables à celles des sels, comme l'ont imaginé quelques physiciens pour expliquer la dureté que ce suc donne aux corps qu'il pénètre : on pèche toujours en physique lorsqu'on multiplie les causes sans nécessité; car il suffit ici de considérer que ce liquide ou suc pétrifiant n'est que de l'eau chargée des molécules les plus fines de la matière pierreuse, et que ces molécules, toutes homo-

gènes et réduites à la plus grande ténuité, venant à se réunir par leur force d'affinité, forment elles-mêmes une matière homogène, transparente et assez dure, connue sous le nom de *spar* ou *spath calcaire*, et que, par la même raison de leur extrême ténuité, ces molécules peuvent pénétrer tous les pores des matières calcaires qui se trouvent au-dessous des premiers lits dont elles découlent; qu'enfin et par conséquent elles doivent augmenter la densité et la dureté de ces pierres en raison de la quantité de ce suc qu'elles auront reçu dans leurs pores. Supposant donc que le banc supérieur, imbibé par les eaux, fournisse une certaine quantité de ces molécules pierreuses, elles descendront par stillation et se fixeront en partie dans toutes les cavités et les pores des bancs inférieurs, où l'eau pourra les conduire et les déposer; et cette même eau, en traversant successivement les bancs, et détachant partout un grand nombre de ces molécules, diminue la densité des bancs supérieurs et augmente celle des bancs inférieurs.

Le dépôt de ce liquide pétrifiant se fait par une cristallisation plus ou moins parfaite, et se manifeste par des points plus ou moins brillans, qui sont d'autant plus nombreux que la pierre est plus pétrifiée, c'est-à-dire, plus intimement et plus pleinement pénétrée de cette matière spathique; et c'est par la raison contraire qu'on ne voit guère de ces points brillans dans les premiers lits des carrières qui sont à découvert, et qu'il n'y en a qu'un petit nombre dans ces premiers lits lorsqu'ils sont recouverts de sables ou de terres, tandis que, dans les lits inférieurs, la quantité de cette substance spathique et brillante surpasse quelquefois la première matière pierreuse. Dans cet état, la pierre est vive et résiste aux injures des élémens et du temps; la gelée ne peut en altérer la solidité, au lieu que la pierre est morte dès qu'elle est privée de ce suc, qui seul entretient sa force de résistance à l'action des causes extérieures : aussi tombe-t-elle avec le temps en sables et en poussières qui ont besoin de nouveaux sucs pour se pétrifier.

On a prétendu que la cristallisation en rhombes étoit le caractère spécifique du spath calcaire, sans faire attention que certaines matières vitreuses ou métalliques et sans mélange de substance calcaire, sont cristallisées de même en rhombes, et que d'ailleurs, quoique le spath calcaire semble affecter de préférence la figure rhomboïdale, il prend aussi des formes très-différentes; et nos *cristallographes*, en voulant emprunter des géomètres la manière dont un rhombe peut devenir un octaèdre, une pyramide, et même une lentille (parce qu'il se trouve du spath lenticulaire), n'ont

fait que substituer des combinaisons idéales aux faits réels de la Nature. Il en est de cette cristallisation en rhombe comme de toutes les autres : aucune ne fera jamais un caractère spécifique, parce que toutes varient, pour ainsi dire, à l'infini, et que non-seulement il n'y a guère de formes de cristallisation qui ne soient communes à plusieurs substances de nature différente, mais que réciproquement il y a peu de substances de même nature qui n'offrent différentes formes de cristallisation ; témoin la prodigieuse variété de formes des spaths calcaires eux-mêmes : en sorte qu'il seroit plus que précaire d'établir des différences ou des ressemblances réelles et essentielles par ce caractère variable et presque accidentel.

Ayant examiné les bancs de plusieurs collines de pierre calcaire, j'ai reconnu presque partout que le dernier banc qui sert de base aux autres et qui porte sur la glaise, contient une infinité de particules spathiques brillantes, et beaucoup de cristallisations de spath en assez grands morceaux ; en sorte que le volume de ces dépôts du suc lapidifique est plus considérable que le volume de la première matière pierreuse déposée par les eaux de la mer. Si l'on sépare les parties spathiques, on voit que l'ancienne matière pierreuse n'est que du gravier calcaire, c'est-à-dire, des détrimens de pierre encore plus ancienne que celle de ce banc inférieur, qui néanmoins a été formé le premier dans ce lieu par les sédimens des eaux. Il y a donc eu d'autres rochers calcaires qui ont existé dans le sein de la mer avant la formation des rochers de nos collines, puisque les bancs situés au-dessous de tous les autres bancs ne sont pas simplement composés de coquilles, mais plutôt de gravier et d'autres débris de pierres déjà formées ; il est même assez rare de trouver dans ce dernier temps quelques vestiges de coquilles, et il paroît que ce premier dépôt des sédimens ou du transport des eaux n'est qu'un banc de sable et de gravier calcaire sans mélange de coquilles, sur lequel les coquillages vivans se sont ensuite établis, et ont laissé leurs dépouilles, qui bientôt auront été mêlées et recouvertes par d'autres débris pierreux amenés et déposés comme ceux du premier banc : car les coquilles, comme je viens de le dire, ne se trouvent pas dans tous les bancs, mais seulement dans quelques-uns ; et ces bancs coquilleux sont, pour ainsi dire, interposés entre les autres bancs, dont la pierre est uniquement composée de graviers et de détrimens pierreux.

Par ces considérations tirées de l'inspection même des objets, ne doit-on pas présumer, comme je l'ai ci-devant insinué, qu'il a fallu plus de temps à la Nature que je n'en ai compté pour la

formation de nos collines calcaires, puisqu'elles ne sont que les décombres immenses de ses premières constructions dans ce genre? Seulement on pourroit se persuader que les matériaux de ces anciens rochers qui ont précédé les nôtres, n'avoient pas acquis dans l'eau de la mer la même dureté que celle de nos pierres, et que, par leur peu de consistance, ils auront été réduits en sable et transportés aisément par le mouvement des eaux; mais cela ne diminue que de très-peu l'énormité du temps, puisqu'il a fallu que ces coquillages se soient habitués et qu'ils aient vécu et se soient multipliés sans nombre, avant d'avoir péri sur les lits où leurs dépouilles gisent aujourd'hui en bancs d'une si grande étendue et en masses aussi prodigieuses. Ceci même peut encore se prouver par les faits; car on trouve des bancs entiers quelquefois épais de plusieurs pieds, composés en totalité d'une seule espèce de coquillages, dont les dépouilles sont toutes couchées sur la même face et au même niveau. Cette régularité dans leur position, et la présence d'une seule espèce à l'exclusion de toutes les autres, semblent démontrer que ces coquilles n'ont pas été amenées de loin par les eaux, mais que les bancs où elles se trouvent se sont formés sur le lieu même, puisqu'en supposant les coquilles transportées, elles se trouveroient mêlées d'autres coquilles, et placées irrégulièrement en tous sens avec les débris pierreux amenés en même temps, comme on le voit dans plusieurs autres couches de pierre. La plupart de nos collines ne se sont donc pas formées par des dépôts successifs amenés par un mouvement uniforme et constant: il faut nécessairement admettre des repos dans ce grand travail, des intervalles considérables de temps entre les dates de la formation de chaque banc, pendant lesquels intervalles certaines espèces de coquillages auront habité, vécu, multiplié sur ce banc, et formé le lit coquilleux qui le surmonte; il faut accorder encore du temps pour que d'autres sédimens de graviers et de matières pierreuses aient été transportés et amenés par les eaux pour recouvrir ce dépôt de coquilles.

En ne considérant la Nature qu'en général, nous avons dit que soixante-seize mille ans d'ancienneté suffisoient pour placer la suite de ses plus grands travaux sur le globe terrestre, et nous avons donné la raison pour laquelle nous nous sommes restreints à cette limite de durée, en avertissant qu'on pourroit la doubler, et même la quadrupler si l'on vouloit se trouver parfaitement à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. En effet, lorsqu'on examine en détail la composition de ces mêmes ouvrages, chaque point de cette analyse augmente la durée et recule les limites de

ce temps, trop immense pour l'imagination, et néanmoins trop court pour notre jugement.

Au reste, la pétrification a pu se faire au fond de la mer tout aussi facilement qu'elle s'opère à la surface de la terre; les marbres qu'on a tirés sous l'eau vers les côtes de Provence, les albâtres de Malte, les pierres des Maldives, les rochers calcaires durs qui se trouvent sur la plupart des hauts-fonds dans toutes les mers, sont des témoins irrécusables de cette pétrification sous les eaux : le doute de quelques physiciens à cet égard étoit fondé sur ce que le suc pétrifiant se forme sous nos yeux par la stillation des eaux pluviales dans nos collines calcaires, dont les pierres ont acquis, par un long desséchement, leur solidité et leur dureté; au lieu que, dans la mer, ils présumoient qu'étant toujours pénétrées d'humidité, ces mêmes pierres ne pouvoient acquérir le dernier degré de leur consistance. Mais, comme je viens de le dire, cette présomption est démentie par les faits : il y a des rochers au fond des eaux tout aussi durs que ceux de nos terres les plus sèches; les amas de graviers ou de coquilles, d'abord pénétrés d'humidité, et sans cesse baignés par les eaux, n'ont pas laissé de se durcir avec le temps par le seul rapprochement et la réunion de leurs parties solides; plus elles se seront rapprochées, plus elles auront exclu les parties humides; le suc pétrifiant distillant continuellement de haut en bas, aura, comme dans nos rochers terrestres, achevé de remplir les interstices et les pores des bancs inférieurs de ces rochers sous-marins. On ne doit donc pas être étonné de trouver au fond des mers, à de très-grandes distances de toute terre, de trouver, dis-je, avec la sonde, des graviers calcaires aussi durs, aussi pétrifiés, que nos graviers de la surface de la terre. En général, on peut assurer qu'il s'est fait, se fait et se fera partout une conversion successive de coquilles en pierres, de pierres en graviers, et de graviers en pierres, selon que ces matières se trouvent remplies ou dénuées de cet extrait tiré de leur propre substance, qui seul peut achever l'ouvrage commencé par la force des affinités, et compléter celui de la pleine pétrification.

Et cet extrait sera lui-même d'autant plus pur et plus propre à former une masse plus solide et plus dure, qu'il aura passé par un plus grand nombre de filières : plus il aura subi de filtrations depuis le banc supérieur, plus ce liquide pétrifiant sera chargé de molécules denses, parce que la matière des bancs inférieurs étant déjà plus dense, il ne peut en détacher que des parties de même densité. Nous verrons dans la suite que c'est à des doubles et triples filtrations qu'on doit attribuer l'origine de plusieurs stalactites

du genre vitreux; et quoique cela ne soit pas aussi apparent dans le genre calcaire, on voit néanmoins qu'il y a des spaths plus ou moins purs, et même plus ou moins durs, qui nous représentent les différentes qualités du suc pétrifiant dont ils ne sont que le résidu, ou, pour mieux dire, la substance même cristallisée et séparée de son eau superflue.

Dans les collines dont les flancs sont ouverts par des carrières coupées à pic, l'on peut suivre les progrès et reconnoître les formes différentes de ce suc pétrifiant et pétrifié : on verra qu'il produit communément ces concrétions de même nature que la matière à travers laquelle il a filtré; si la colline est de craie et de pierre tendre sous la couche de terre végétale, l'eau, en passant dans cette première couche, et s'infiltrant ensuite dans la craie, en détachera et entraînera toutes les molécules dont elle pourra se charger, et elle les déposera aux environs de ces carrières en forme de concrétions branchues et quelquefois fistuleuses, dont la substance est composée de poudre calcaire mêlée avec de la terre végétale, et dont les masses réunies forment un tuf plus léger et moins dur que la pierre ordinaire. Ces tufs ne sont en effet que des amas de concrétions, où l'on ne voit ni fentes perpendiculaires ni délits horizontaux, où l'on ne trouve jamais de coquilles marines, mais souvent de petits coquillages terrestres et des impressions de plantes, particulièrement de celles qui croissent sur le terrain de la colline même; mais lorsque l'eau s'infiltre dans les bancs d'une pierre plus dure, il lui faut plus de temps pour en détacher des particules, parce qu'elles sont plus adhérentes et plus denses que dans la pierre tendre; et dès-lors les concrétions formées par la réunion de ces particules denses, deviennent des congélations à peu près aussi solides que les pierres dont elles tirent leur origine; la plupart seront même à demi transparentes, parce qu'elles ne contiennent que peu de matières hétérogènes en comparaison des tufs et des concrétions impures dont nous venons de parler. Enfin, si l'eau filtre à travers les marbres et autres pierres les plus compactes et les plus pétrifiées, les congélations ou stalactites seront alors si pures, qu'elles auront la transparence du cristal. Dans tous les cas, l'eau dépose ce suc pierreux partout où elle peut s'arrêter et demeurer en repos, soit dans les fentes perpendiculaires, soit entre les couches horizontales des rochers; et par ce long séjour entre ces couches, le liquide pétrifiant pénètre les bancs inférieurs et en augmente la densité.

On voit par ce qui vient d'être exposé, que les pierres calcaires ne peuvent acquérir un certain degré de dureté qu'autant qu'elles

sont pénétrées d'un suc déjà pierreux; qu'ordinairement les premières couches des montagnes calcaires sont de pierre tendre, parce qu'étant les plus élevées, elles n'ont pu recevoir ce suc pétrifiant, et qu'au contraire elles l'ont fourni aux couches inférieures. Et lorsqu'on trouve de la pierre dure aux sommets des collines, on peut s'assurer, en considérant le local, que ces sommets de collines ont été, dans le commencement, surmontés d'autres bancs de pierre, lesquels ensuite ont été détruits. Cet effet est évident dans les collines isolées, elles sont toujours moins élevées que les montagnes voisines; et, en prenant le niveau du banc supérieur de la colline isolée, on trouvera à la même hauteur, dans les collines voisines, le banc correspondant et d'égale dureté surmonté de plusieurs autres bancs dont il a reçu les sucs pétrifians, et par conséquent le degré de dureté qu'il a conservé jusqu'à ce jour. Nous avons expliqué comment les courans de la mer ont dû rabaisser les sommets de toutes les collines isolées; et il n'y a eu nul changement, nulle altération, dans les couches de ces pierres depuis la retraite des mers, sinon dans celles où le banc supérieur s'est trouvé exposé aux injures de l'air, ou recouvert d'une trop petite épaisseur de terre végétale. Ce premier lit s'est en effet délité horizontalement et fendu verticalement; et c'est là d'où l'on tire ces pierres calcaires dures et minces, que l'on nomme *laves* en plusieurs provinces, et dont on se sert, au lieu de tuiles, pour couvrir les maisons rustiques[1]: mais immédiatement au-dessous de ce lit de pierres minces, on retrouve les bancs solides et épais qui n'ont subi aucune altération, et qui sont encore tels qu'ils ont été formés par le transport et le dépôt des eaux de la mer.

En remontant de nos collines isolées aux carrières des hautes montagnes calcaires, dont les bancs supérieurs n'ont point été détruits, on observera partout que ces bancs supérieurs sont les plus minces, et que les inférieurs deviennent d'autant plus épais qu'ils sont situés plus bas. La cause de cette différence me paroît encore simple. Il faut considérer chaque banc de pierre comme composé de plusieurs petits lits stratifiés les uns sur les autres : or, à mesure que l'eau pénètre et descend à travers les masses de gravier ou de craie, elle se charge de plus en plus des molécules qu'elle en détache; et, dès qu'elle est arrêtée par un lit de pierre plus compacte, elle dépose sur ce lit une partie des molécules dont elle étoit chargée et entraîne le reste dans les pores et jusqu'à la sur-

[1] Il ne faut pas confondre ces pierres calcaires en *laves*, avec les *laves* de grès feuilleté dont nous avons parlé ci-devant; et bien moins encore avec les véritables *laves volcaniques*, qui sont d'une toute autre nature.

face inférieure de ce lit, et même sur la surface supérieure du lit au-dessous. L'épaisseur des deux lits augmente donc en même temps, et leurs surfaces se rapprochent, pour ainsi dire, par l'addition de cette nouvelle matière; enfin ces petits lits se joignent et ne forment plus qu'un seul et même lit qui se réunit de même à un troisième lit, en sorte que plus il y a de matière lapidifique amenée par la stillation des eaux, plus il se fait de réunion des petits lits, dont la somme fait l'épaisseur totale de chaque banc, et par conséquent cette épaisseur doit être plus grande dans les bancs inférieurs que dans les supérieurs, puisque c'est aux dépens de ceux-ci que leurs joints se remplissent et que leurs surfaces se réunissent.

Pour reconnoître évidemment ce produit du travail de l'eau, il ne faut que fendre une pierre dans le sens de son lit de carrière: en la divisant horizontalement, on verra que les deux surfaces intérieures qu'on vient de séparer, sont réciproquement hérissées d'un très-grand nombre de petits mamelons qui se correspondent alternativement, et qui ont été formés par le dépôt des stillations de l'eau; la pierre délitée dans ce sens présente une cassure spathique qui est partout convexe et concave, et comme ondée de petites éminences, au lieu que la cassure dans le sens vertical n'offre aucun de ces petits mamelons, mais le grain seul de la pierre.

Comme ce travail de l'eau chargée du suc pétrifiant a commencé de se faire sur les pierres calcaires dès les premiers temps de leur formation, et qu'il s'est fait sous les eaux par l'infiltration de l'eau de la mer, et sur la terre par la stillation des eaux pluviales, on ne doit pas être étonné de la grande quantité de matière spathique qui en est le produit: non-seulement cette matière a formé le ciment de tous les marbres et des autres pierres dures, mais elle a pénétré et pétrifié chaque particule de la craie et des autres détrimens immédiats des coquilles, pour les convertir en pierre; elle a même formé de nouvelles pierres en grandes masses, telles que les albâtres, comme nous le prouverons dans l'article suivant. Souvent cette matière spathique s'est accumulée dans les fentes et les cavités des rochers, où elle se présente en petits volumes cristallisés, et quelquefois en blocs irréguliers, qui, par la finesse de leurs grains et le grand nombre de points brillans qu'ils offrent à la cassure, démontrent leur origine et leur composition toujours plus ou moins pure, à mesure que cette matière spathique y est plus ou moins abondante.

Ce spath, cet extrait le plus pur des substances calcaires, est donc le ciment de toutes les pierres de ce genre, comme le suc cristallin, qui n'est qu'un extrait des matières vitreuses, est aussi

le ciment de toutes les pierres vitreuses de seconde et de troisième formation ; mais, indépendamment de ces deux cimens, chacun analogue aux substances qu'ils pénètrent, et dont ils réunissent et consolident les parties intégrantes, il y a une autre sorte de *gluten* ou ciment commun aux matières calcaires et aux substances formées des débris de matières vitreuses, dont l'effet est encore plus prompt que celui du suc pétrifiant, calcaire ou vitreux. Ce *gluten* est le bitume, qui, dès le premier temps de la mort et de la décomposition des êtres organisés, s'est formé dans le sein de la terre, et a imprégné les eaux de la mer, où il se trouve quelquefois en grande quantité. Il y a de certaines plages voisines des côtes de la Sicile, près de Messine, et de celles de Cadix en Espagne [1], où l'on a observé qu'en moins d'un siècle les graviers, les petits cailloux et les sables, de quelque nature qu'ils soient, se réunissent en grandes masses dures et solides, et dont la pétrification sous l'eau ne fait que s'augmenter et se consolider de plus en plus avec le temps. Nous en parlerons plus en détail lorsqu'il sera question des pierres mélangées de détrimens calcaires et de débris vitreux; mais il est bon de reconnoître d'avance l'existence de ces trois *glutens* ou cimens différens, dont le premier et le second, c'est-à-dire, le suc cristallin et le suc spathique, réunis au bitume, ont augmenté la dureté des pierres de ces deux genres lorsqu'elles se sont formées sous l'eau. Ce dernier ciment paroît être celui de la plupart des pierres schisteuses, dans lesquelles il est souvent assez abondant pour les rendre inflammables; et quoique la présence de ce ciment ne soit pas évidente dans les pierres calcaires, l'odeur qu'elles exhalent lorsqu'on les taille, indique qu'il est entré de la matière inflammable dans leur composition.

Mais revenons à notre objet principal; et, après avoir considéré la formation et la composition des pierres calcaires, suivons en

---

[1] Cadix est situé dans une presqu'île, sur des rochers, où vient se briser la mer. Ces rochers sont un mélange de différentes matières, comme marbre, quarz, spath, cailloux et coquilles réduites en mortier avec le sable et le *gluten* ou bitume de la mer, lequel est si puissant dans cet endroit, que l'on observe dans les décombres qu'on y jette, que les briques, les pierres, le sable, le plâtre, les coquilles, etc., se trouvent, après un certain temps, si bien unis et attachés ensemble, que le tout ne paroît qu'un morceau de pierre. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles.)

M. le prince de Pignatelli d'Egmont, amateur très-éclairé de toutes les grandes et belles connoissances, a eu la bonté de me donner, pour le Cabinet du Roi, un morceau de cette même nature, tiré sur le rivage de la mer de Sicile, où cette pétrification s'opère en très-peu de temps. Fazelli, *de Rebus siculis*, attribue à l'eau du détroit de Charybde cette propriété de cimenter le gravier de ses rivages.

détail l'examen des variétés de la Nature dans leur décomposition. Après avoir vu les coupes perpendiculaires des rochers dans les carrières, il faut aussi jeter un coup d'œil sur les pierres errantes qui s'en sont détachées, et dont il y a trois espèces assez remarquables. Les pierres de la première sorte sont des blocs informes qui se trouvent communément sur la pente des collines et jusque dans les vallons; le grain de ces pierres est fin et semé de points brillans, sans aucun mélange ni vestige de coquilles : l'une des surfaces de ces blocs est hérissée de mamelons assez longs, la plupart figurés en cannelures et comme travaillés de main d'homme, tandis que les autres surfaces sont unies. On reconnoît donc évidemment le travail de l'eau sur ces blocs, dont la surface cannelée portoit horizontalement sur le banc duquel ils ont été détachés : leur composition n'est qu'un amas de congélations grossières, faites par les stillations de l'eau à travers une matière calcaire tout aussi grossière.

Les pierres de la seconde sorte ne sont pas des blocs informes; ils affectent au contraire des figures presque régulières. Ces blocs ne se trouvent pas communément sur la pente des collines ni dans leurs vallons, mais plutôt dans les plaines au-dessus des montagnes calcaires, et la substance dont ils sont composés est ordinairement blanche : les uns sont irrégulièrement sphériques ou elliptiques, es autres hémisphériques ; et quelquefois on en trouve qui sont étroits dans leur milieu, et qui ressemblent à deux moitiés de sphère réunies par un collet. Ces sortes de blocs figurés présentent encore la forme de la substance des *astroïtes*, *cerveaux de mer*, etc., dont ils ne sont que les masses entières ou les fragmens; leurs rides et leurs pores ont été remplis d'une matière blanche toute semblable à celle de ces productions marines. Les stries et les étoiles que l'on voit à la surface de plusieurs de ces blocs, ne laissent aucun doute sur la première nature de ces pierres, qui n'étoient d'abord que des masses coquilleuses produites par les polypes et autres animaux de même genre, et qui, dans la suite, par l'addition et la pénétration du suc extrait de ces mêmes substances, sont devenues des pierres solides et même sonores.

La troisième espèce de ces pierres en blocs et en débris se trouve, comme la première, sur la pente des montagnes calcaires, et même dans leurs vallons; ces pierres sont plates comme le moellon commun, et presque toujours renflées dans leur milieu, et plus minces sur les bords, comme sont les galets; toutes sont colorées de gris foncé ou de bleu dans cette partie du milieu qui est toujours environnée d'une substance pierreuse blanchâtre, qui

sert d'enveloppe à tous ces noyaux colorés[1], et qui a été formée postérieurement à ces noyaux: néanmoins ils ne paroissent pas être d'une formation aussi ancienne que ceux de la seconde sorte; car ils ne contiennent point de coquilles : leur couleur et les points brillans dont leur substance est parsemée, indiquent qu'ils ont d'abord été formés par une matière pierreuse, impregnée de fer ou de quelque autre minéral qui les a colorés, et qu'après avoir été séparés des rochers où ils se sont formés, ils ont été roulés et aplatis en forme de galets, et qu'enfin ce n'est qu'après tous ces mouvemens et ces altérations qu'ils ont été saisis de nouveau par le liquide pétrifiant qui les a tous enveloppés séparément, et quelquefois réunis ensemble; car on trouve de ces pierres à noyau coloré non-seulement en gros blocs, mais même en grands bancs de carrières, qui toutes sont situées sur la pente et au pied des montagnes ou collines calcaires, dont ces blocs ne sont que les plus anciens débris.

On trouve encore sur les pentes douces des collines calcaires, dans les champs cultivés, une grande quantité de pétrifications de coquilles et de crustacés entières et bien conservées, que le soc de la charrue a détachées et enlevées du premier banc qui gît immédiatement sous la couche de terre végétale. Cela s'observe dans tous les lieux où ce premier banc est d'une pierre tendre et gelisse. Les morceaux de moellon que le soc enlève, se réduisent en gravier et en poussière au bout de quelques années d'exposition à l'air, et laissent à découvert les pétrifications qu'ils contenoient, et qui étoient auparavant enveloppées dans la matière pierreuse : preuve évidente que ces pétrifications sont plus dures et plus solides que la matière qui les environnoit, et que la décomposition de la coquille a augmenté la densité de la portion de cette matière qui en a rempli la capacité intérieure; car ces pétrifications en forme de coquilles, quoique exposées à la gelée et toutes les in-

---

[1] Aux bords de l'Albarine, surtout près de Saint-Denys, il y a une immensité de cailloux roulés (qui sont bien de terre calcaire, puisqu'on en fait de très-bonne chaux); ils ont une croûte blanche à peu près concentrique, et un noyau d'un beau gris-bleu. Le hasard ne peut avoir fait que des fragmens de blocs mêlés se soient usés et arrondis concentriquement suivant leurs couleurs : quelle peut donc être la formation de ces cailloux? (*Lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon*, datée de Bourg-en-Bresse le 22 septembre 1778.)

Je puis ajouter que, dans presque tous les pays dont les collines sont composées de pierres calcaires, il se trouve de ces pierres dont l'intérieur, plus anciennement formé que l'extérieur, est teint de gris ou de bleu, tandis que les couches supérieures et inférieures sont blanches; ces pierres sont en moellons plats, et il ne leur manque, pour ressembler entièrement aux prétendus cailloux du Rhône, que d'avoir été roulés.

jures de l'air, y ont résisté sans se fendre ni s'égrener, tandis que les autres morceaux de pierre enlevés du même banc ne peuvent subir une seule fois l'action de la gelée sans s'égrener ou se diviser en écailles. On doit donc, dans ce cas, regarder la décomposition de la coquille comme la substance spathique qui a augmenté la densité de la matière pierreuse, contenue et moulée dans son intérieur, laquelle, sans cette addition de substance tirée de la coquille même, n'auroit pas eu plus de solidité que la pierre environnante. Cette remarque vient à l'appui de toutes les observations par lesquelles on peut démontrer que l'origine des pierres en général, et de la matière spathique en particulier, doit être rapportée à la décomposition des coquilles par l'intermède de l'eau. J'ai de plus observé que l'on trouve assez communément une espèce de pétrification dominante dans chaque endroit, et plus abondante qu'aucune autre : il y aura, par exemple, des milliers de cœurs de bœufs (*bucardites*) dans un canton, des milliers de cornes d'ammon dans un autre, autant d'oursins dans un troisième, souvent seuls, ou tout au plus accompagnés d'autres espèces en très-petit nombre; ce qui prouve encore que la matière des bancs où se trouvent ces pétrifications, n'a pas été amenée et transportée confusément par le mouvement des eaux, mais que certains coquillages se sont établis sur le lit inférieur, et qu'après y avoir vécu et s'être multipliés en grand nombre, ils y ont laissé leurs dépouilles.

L'on trouve encore, sur la pente des collines calcaires, de gros blocs de pierres calcaires grossières, enterrées à une petite profondeur, qu'on appelle vulgairement des *pierres à four*, parce qu'elles résistent sans se fendre aux feux de nos fours et fourneaux, tandis que toutes les autres pierres qui résistent à la gelée et au plus grand froid, ne peuvent supporter ce même degré de feu sans s'éclater avec bruit. Communément les pierres légères, poreuses et gelisses, peuvent être chauffées jusqu'au point de se convertir en chaux sans se casser, tandis que les plus pesantes et les plus dures, sur lesquelles la gelée ne fait aucune impression, ne peuvent supporter la première action de ce même feu. Or notre pierre à four est composée de gros graviers calcaires détachés des rochers supérieurs, et qui, se trouvant recouverts par une couche de terre végétale, se sont fortement agglutinés par leurs angles sans se joindre de près, et ont laissé entre eux des intervalles que la matière spathique n'a pas remplis. Cette pierre, criblée de petits vides, n'est en effet qu'un amas de graviers durs, dont la plupart sont colorés de jaune ou de rougeâtre, et dont la réunion ne paroît

pas s'être faite par le suc spathique; car on n'y voit aucun de ces points brillans qui le décèlent dans les autres pierres auxquelles il sert de ciment. Celui qui lie les grains de ce gros gravier de la pierre à four n'est pas apparent, et peut-être est-il d'une autre nature ou en moindre quantité que le ciment spathique: on pourroit croire que c'est un extrait de la matière ferrugineuse qui a lié ces grains en même temps qu'elle leur a donné la couleur[1]; ou bien ce ciment, qui n'a pu se former que par la filtration de l'eau pluviale à travers la couche de terre végétale, est un produit de ces mêmes parties ferrugineuses et pyriteuses, provenant de la dissolution des pyrites qui se sont effleuries par l'humidité dans cette terre végétale; car cette pierre à four, lorsqu'on la travaille, répand une odeur de soufre encore plus forte que celle des autres pierres. Quoi qu'il en soit, cette pierre à four, dont les grains sont gros et pesans, et dont la masse est néanmoins assez légère par la grandeur de ses vides, résiste sans se fendre au feu où les autres s'éclatent subitement: aussi l'emploie-t-on de préférence pour les âtres des fourneaux, les gueules de four, les contre-cœurs de cheminée, etc.

Enfin l'on trouve au pied et sur la pente douce des collines calcaires, d'autres amas de gravier ou d'un sable plus fin, dans lesquels il s'est formé plusieurs lits de pierres inclinées suivant la pente du terrain, et qui se délitent très-aisément selon cette même inclinaison. Ces pierres ne contiennent point de coquilles, et sont évidemment d'une formation nouvelle; leurs bancs inclinés n'ont guère plus d'un pied d'épaisseur, et se divisent aisément en moellons plats, dont les deux surfaces sont unies. Ces pierres parasites ont été nouvellement formées par l'agrégation de ces sables ou graviers, et elles ne sont ni dures ni pesantes, parce qu'elles n'ont pas été pénétrées du suc pétrifiant, comme les pierres anciennes qui sont posées sous des bancs d'autres pierres.

La dureté, la pesanteur et la résistance à l'action de la gelée dans les pierres, dépendent donc principalement de la grande quantité de suc lapidifique dont elles sont pénétrées; leur résistance au feu suppose au contraire des pores très-ouverts, et même d'assez grands vides entre les parties constituantes: néanmoins plus les pierres sont denses, plus il faut de temps pour les convertir en chaux. Ce n'est donc pas que la pierre à four se calcine plus difficilement que les autres; ce n'est pas qu'elle ne se réduise

---

[1] Il me semble qu'on pourroit rapporter à notre pierre à four celle qu'on nomme *roussier* en Normandie.



également en chaux; mais c'est parce qu'elle se calcine sans se fendre, sans s'écailler ni tomber en fragmens, qu'elle a de l'avantage sur les autres pierres pour être employée aux fours et aux fourneaux : et il est aisé de voir pourquoi ces pierres, en se calcinant, ne se divisent ni ne s'égrènent; cela vient de ce que les vides, disséminés en grand nombre dans toute leur masse, donnent à chaque grain dilaté par la chaleur, la facilité de se gonfler, s'étendre et occuper plus d'espace, sans forcer les autres grains à céder leur place, au lieu que, dans les pierres pleines, la dilatation causée par la chaleur ne peut renfler les grains sans faire fendre la masse en d'autant plus d'endroits qu'elle sera plus solide.

Ordinairement les pierres tendres sont blanches, et celles qui sont plus dures ont des teintes de quelques couleurs; les grises et les jaunâtres, celles qui ont une nuance de rouge, de bleu, de vert, doivent toutes ces couleurs au fer ou à quelque autre minéral qui est entré dans leur composition; et c'est surtout dans les marbres que l'on voit toutes les variétés possibles des plus belles couleurs : les minéraux métalliques ont teint et imprégné la substance de toutes ces pierres colorées dès le premier temps de leur formation; car la pierre rousse même, dont on attribue la couleur aux parties ferrugineuses de la couche végétale, se trouve souvent fort au-dessous de cette couche, et surmontée de plusieurs bancs qui n'ont point de couleur. Il en est de même de la plupart des marbres colorés : c'est dans le temps de leur formation et de leur première pétrification qu'ils ont reçu leurs couleurs par le mélange du fer ou de quelque autre minéral; et ce n'est que dans des cas particuliers et par des circonstances locales que certaines pierres ont été colorées par la stillation des eaux à travers la terre végétale.

Les couleurs, surtout celles qui sont vives ou foncées, appartiennent donc aux marbres et aux autres pierres calcaires d'ancienne formation; et lorsqu'elles se trouvent dans des pierres de seconde et de troisième formation, c'est qu'elles y ont été entraînées avec la matière même de ces pierres par la stillation des eaux. Nous avons déjà parlé de ces carrières en lieu bas qui se sont formées aux dépens des rochers plus élevés; les pierres en sont communément blanches, et il n'y a que celles qui sont mêlées d'une petite quantité d'argile ou de terre végétale qui soient colorées de jaune ou de gris. Ces carrières de nouvelle formation sont très-communes dans les vallées et dans le voisinage des grandes rivières, et il est aisé d'en reconnoître l'origine et de suivre les progrès de

leur établissement depuis le sommet des montagnes calcaires jusqu'aux plaines les plus basses.

On trouve quelquefois dans ces carrières de nouvelle formation des lits d'une pierre aussi dure que celle des bancs anciens dont elle tire son origine; cela dépend, dans ces nouvelles carrières comme dans les anciennes, de l'épaisseur des lits superposés : les inférieurs, recevant le suc pierreux des lits supérieurs, prendront tous les degrés de dureté et de densité à mesure qu'ils en seront pénétrés; mais les pierres qui se trouvent dans les plaines ou dans les vallées voisines des grandes rivières disposées en lits horizontaux ou inclinés, n'ont été formées que des sédimens de craie ou de poussière de pierre, qui primitivement ont été détachés des rochers, et atténués par le mouvement et l'impression de l'eau. Ce sont les torrens, les ruisseaux et toutes les eaux courantes sur la terre découverte, qui ont amené ces poudres calcaires dans les vallées et les plaines, et qui souvent y ont mêlé des substances de toute nature. On ne trouve jamais de coquilles marines dans ces pierres, mais souvent des coquilles fluviatiles et terrestres [1] : on y a même trouvé des morceaux de fer [2] et de bois [3], travaillés de main d'homme; nous avons vu du charbon de bois dans quelques-unes de ces pierres : ainsi l'on ne peut douter que toutes les carrières en lieu bas ne soient d'une formation moderne, qu'on doit dater depuis que nos continens, déjà découverts, ont été exposés aux dégradations de leurs parties, même les plus solides, par

---

[1] La pierre qu'on tire à peu de distance de la Seine, près de l'Hôpital général de Paris, et dont j'ai parlé plus haut, est remplie de petites *vis*, qui sont communes dans les ruisseaux d'eau vive : cette pierre de la Seine ressemble à peu près aux pierres que l'on tire dans les vallées, entre la Saône et la Vingeanne, auprès du village de Talmay en Bourgogne. Je cite ce dernier exemple, parce qu'il démontre évidemment que la matière de ces lits de pierre a été amenée de loin, parce qu'il n'y a aucune montagne calcaire qu'à environ une lieue de distance.

[2] Le sieur Dumoutier, maître maçon à Paris, m'a assuré qu'il y a quelques années il avoit trouvé dans un bloc de pierre dite de *Saint-Leu*, laquelle ne se tire qu'à la surface de la terre, c'est-à-dire, à quelques pieds de profondeur, un corps cylindrique, qui lui paroissoit être une pétrification, parce qu'il étoit incrusté des matières pierreuses; mais que l'ayant nettoyé avec soin, il reconnut que c'étoit vraiment un canon de pistolet, c'est-à-dire du fer.

[3] Dans un bloc de pierre de plusieurs pieds de longueur sur une épaisseur d'environ un pied ou quinze pouces, tiré des carrières du faubourg Saint-Marceau à Paris, l'ouvrier tailleur de pierre s'aperçut, en la sciant, que sa scie poussoit au dehors une matière noire, qu'il jugea être des débris de bois pourri. En effet, la pierre ayant été séparée en deux blocs, il trouva qu'elle renfermoit, dans son intérieur, un morceau de bois de près de deux pouces d'épaisseur, sur six à sept pouces de longueur, lequel étoit en partie pourri et sans aucun indice de pétrification.

la gelée et par les autres injures des élémens humides. Au reste, toutes les pierres de ces basses carrières ne présentent qu'un grain plus ou moins fin, et très-peu de ces points brillans qui indiquent la présence de la matière spathique : aussi sont-elles ordinairement plus légères et moins dures que la pierre des hautes carrières, dans lesquelles les bancs inférieurs sont de la plus grande densité.

Et cette matière spathique qui remplit tous les vides et s'étend dans les délits et dans les couches horizontales des bancs de pierre, s'accumule aussi le long de leurs fentes perpendiculaires : elle commence par en tapisser les parois, et peu à peu elle les recouvre d'une épaisseur considérable de couches additionnelles et successives ; elle y forme des mamelons, des stries, des cannelures creuses et saillantes, qui souvent descendent d'en haut jusqu'au point le plus bas, où elle se réunit en congélations, et finit par remplir quelquefois en entier la fente qui séparoit auparavant les deux parties du rocher. Cette matière spathique qui s'accumule dans les cavités et les fentes des rochers, n'est pas ordinairement du spath pur, mais mélangé de parties pierreuses plus grossières et opaques ; on y reconnoît seulement le spath par les points brillans qui se trouvent en plus ou moins grande quantité dans ces congélations.

Et lorsque ces points brillans se multiplient, lorsqu'ils deviennent plus gros et plus distincts, ils ressemblent par leur forme à des grains de sel marin : aussi les ouvriers donnent aux pierres revêtues de ces cristallisations spathiques le nom impropre de *pierres de sel*. Ce ne sont pas toujours les pierres les plus dures ni celles qui sont composées de gravier, mais celles qui contiennent une très-grande quantité de coquilles et de pointes d'oursins, qui offrent cette espèce de cristallisation en forme de grains de sel ; et l'on peut observer qu'elle paroît être toujours en plus gros grains sur la surface qu'à l'intérieur des pierres, parce que les grains dans l'intérieur sont toujours liés ensemble.

Ce suc pétrifiant qui pénètre les pierres des bancs inférieurs, qui en remplit les cavités, les joints horizontaux et les fentes perpendiculaires, ne provenant que de la décomposition de la matière des bancs supérieurs, doit, en s'en séparant, y causer une altération sensible : aussi remarque-t-on dans la pierre des premiers bancs des carrières, qu'elle a éprouvé des dégradations ; on n'y voit qu'un très-petit nombre de points brillans ; elle se divise en petits morceaux irréguliers, minces, assez légers, et qui se brisent aisément. L'eau, en passant par ces premiers bancs, a donc

enlevé les élémens du ciment spathique qui lioit les parties de la pierre, et en même temps elle en a détaché une grande quantité d'autre matière pierreuse plus grossière; et c'est de ce mélange qu'ont été composées toutes les congélations opaques qui remplissent les cavités des rochers: mais lorsque l'eau chargée de cette même matière passe à travers un second filtre en pénétrant la pierre des bancs inférieurs, dont le tissu est plusserré, elle abandonne et dépose en chemin ces parties grossières, et alors les stalactites qu'elle forme sont du vrai spath pur, homogène et transparent. Nous verrons ci-après que, dans les pierres vitreuses comme dans les calcaires, la pureté des congélations dépend du nombre des filtrations qu'elles ont subies, et de la ténuité des pores dans les matières qui ont servi de filtre.

DE L'ALBATRE.

Cet albâtre, auquel les poëtes ont si souvent comparé la blancheur de nos belles, est toute une autre matière que l'albâtre dont nous allons parler; ce n'est qu'une substance gypseuse, une espèce de plâtre très-blanc, au lieu que le véritable albâtre est une matière purement calcaire, plus souvent colorée que blanche, et qui est plus dure que le plâtre, mais en même temps plus tendre que le marbre. Les couleurs les plus ordinaires des albâtres sont le blanchâtre, le jaune et le rougeâtre; on en trouve aussi qui sont mêlés de gris, et de brun ou noirâtre : souvent ils sont teints de deux de ces couleurs, quelquefois de trois, rarement de quatre ou cinq. L'on verra qu'ils peuvent recevoir toutes les nuances de couleur qui se trouvent dans les marbres sous la masse desquels ils se forment.

L'albâtre d'Italie est un des plus beaux; il porte un grand nombre de taches d'un rouge foncé sur un fond jaunâtre, et il n'a de transparence que dans quelques petites parties. Celui de Malte est jaunâtre mêlé de gris et de noirâtre, et l'on y voit aussi quelques parties transparentes. Les albâtres que les Italiens appellent *agatés*, sont ceux qui ont le plus de transparence, et qui ressemblent aux agates par la disposition des couleurs. Il y en a même que l'on appelle *albâtre onyx*, parce qu'il présente des cercles concentriques de différentes couleurs. On connoît aussi des

albâtres herborisés, et ces herborisations sont ordinairement brunes ou noires. *Volterra* est l'endroit de l'Italie le plus renommé par ses albâtres; on y en compte plus de vingt variétés différentes par les degrés de transparence et les nuances de couleurs. Il y en a de blancs à reflets diaphanes, avec quelques veines noires et opaques, et d'autres qui sont absolument opaques et de couleur assez terne, avec des taches noires et des herborisations branchues.

Tous les albâtres sont susceptibles d'un poli plus ou moins brillant : mais on ne peut polir les albâtres tendres qu'avec des matières encore plus tendres, et surtout avec de la cire; et quoiqu'il y en ait d'assez durs à Volterra et dans quelques autres endroits d'Italie, on assure cependant qu'ils le sont moins que l'albâtre de Perse et de quelques autres contrées de l'Orient.

L'on ne doit donc pas se persuader avec le vulgaire que l'albâtre soit toujours blanc, quoique cela ait passé parmi nous en proverbe. Ce qui a donné lieu à cette méprise, c'est que la plupart des artistes, et même quelques chimistes, ont confondu deux matières, et donné, comme les poëtes, le nom d'*albâtre* à une sorte de plâtre très-tendre et d'une grande blancheur, tandis que les naturalistes n'ont appliqué ce nom d'*albâtre* qu'à une matière calcaire qui se dissout par les acides et se convertit en chaux au même degré de chaleur que la pierre : les acides ne font au contraire aucune impression sur cette autre matière blanche qui est du vrai plâtre ; et Pline avoit bien indiqué notre albâtre calcaire en disant qu'il est de couleur de miel.

Étant descendu, en 1740, dans les grottes d'Arcy-sur-Cure, près de Vermanton, je pris dès-lors une idée nette de la formation de l'albâtre, par l'inspection des grandes stalactites en tuyaux, en colonnes et en nappes, dont ces grottes, qui ne paroissent être que d'anciennes carrières, sont incrustées et en partie remplies. La colline dans laquelle se trouvent ces anciennes carrières, a été attaquée par le flanc à une petite hauteur au-dessus de la rivière de Cure; et l'on peut juger, par la grande étendue des excavations, de l'immense quantité de pierres à bâtir qui en ont été tirées. on voit en quelques endroits les marques des coups de marteau qui en ont tranché les blocs. Ainsi l'on ne peut douter que ces grottes, quelque grandes qu'elles soient, ne doivent leur origine au travail de l'homme ; et ce travail est bien ancien, puisque dans ces mêmes carrières, abandonnées depuis long-temps, il s'est formé des masses très-considérables, dont le volume augmente encore chaque jour par l'addition de nouvelles concrétions formées,

comme les premières, par la stillation des eaux : elles ont filtré dans les joints des bancs calcaires qui surmontent ces excavations et leur servent de voûtes; ces bancs sont superposés horizontalement, et forment toute l'épaisseur et la hauteur de la colline, dont la surface est couverte de terre végétale : l'eau des pluies passe donc d'abord à travers cette couche de terre, et en prend la couleur jaune ou rougeâtre; ensuite elle pénètre dans les joints et les fentes de ces bancs, où elle se charge des molécules pierreuses qu'elle en détache, et enfin elle arrive au-dessous du dernier banc, et suinte en s'attachant aux parois de la voûte, ou tombe goutte à goutte dans l'excavation.

Et cette eau chargée de matière pierreuse forme d'abord des stalactites qui pendent de la voûte, qui grossissent et s'allongent successivement par des couches additionnelles, et prennent en même temps plus de solidité à mesure qu'il arrive de nouveaux sucs pierreux [1]. Lorsque ces sucs sont très-abondans, ou qu'ils sont trop liquides, la stalactite supérieure attachée à la voûte, laisse tomber par gouttes cette matière superflue, qui forme, sur le sol, des

---

[1] L'auteur du *Traité des pétrifications*, qui a vu une grotte près de Neufchâtel, nommée *Troisros*, a remarqué que l'eau, qui coule lentement par diverses fentes du roc, s'arrête pendant quelque temps en forme de gouttes au haut d'une espèce de voûte formée par les bancs du rocher; là, de petites molécules cristallines que l'eau entraîne en passant à travers les bancs, se lient par leurs côtés pendant que la goutte demeure suspendue et y forme de petits tuyaux, à mesure que l'air s'échappe par la partie inférieure de la petite bulle qu'il formoit dans la goutte d'eau : ces tuyaux s'allongent peu à peu en grossissant, par une accession continuelle de nouvelle matière; puis ils se remplissent; de sorte que les cylindres qui en résultent, sont ordinairement arrondis vers le bout d'en bas, tandis qu'ils sont encore suspendus au rocher : mais dès qu'ils s'unissent avec les particules cristallines, qui tombent plus vite, forment un sédiment à plusieurs couches au bas de la grotte, ils ressemblent alors à des arbres qui du bas s'élèvent jusqu'au comble de la voûte.

Ces cylindres acquièrent un plus grand diamètre en bas par le moyen de la nouvelle matière qui coule le long de leur superficie, et ils deviennent souvent raboteux, à cause des particules cristallines qui s'y arrêtent en tombant dessus, comme une pluie menue, lorsque l'eau abonde plus qu'à l'ordinaire dans l'entre-deux des rochers : la configuration intérieure de leur masse, faite à rayons et à couches concentriques, et quelquefois différemment colorées par une petite quantité de terre fine qui s'y mêle et les rend semblables aux aubiers des arbres, jointe aux circonstances dont on vient de parler, peuvent tromper les plus éclairés.

Il se forme aussi plusieurs autres masses plus ou moins régulières de *stalactite*, dans des cavernes de pierre à chaux et de marbre : ces masses ne diffèrent entre elles, par rapport à leur matière, que par le plus grand ou le moindre mélange de terre fine de différentes couleurs, que l'eau enlève souvent du roc même avec les particules cristallines, ou qu'elle amène des couches de terre supérieures aux roches dans les couches de stalactite. (*Traité des pétrifications*, in-4°.; Paris, 1742, pag. 4 et suiv.)

concrétions de même nature, lesquelles grossissent, s'élèvent et se joignent enfin à la stalactite supérieure, en sorte qu'elles forment par leur réunion une espèce de colonne d'autant plus solide et plus grosse qu'elle s'est faite en plus de temps; car le liquide pierreux augmente ici également le volume et la masse en se déposant sur les surfaces et pénétrant l'intérieur de ces stalactites, lesquelles sont d'abord légères et friables, et acquièrent ensuite de la solidité par l'addition de cette même matière pierreuse qui en remplit les pores; et ce n'est qu'alors que ces masses concrètes prennent la nature et le nom d'albâtre : elles se présentent en colonnes cylindriques, en cônes plus ou moins obtus, en culs-de-lampe, en tuyaux, et aussi en incrustations figurées contre les parois verticales ou inclinées de ces excavations, et en nappes déliées ou en tables épaisses et assez étendues sur le sol; il paroît même que cette concrétion spathique qui est la première ébauche de l'albâtre, se forme aussi à la surface de l'eau stagnante dans ces grottes, d'abord comme une pellicule mince, qui peu à peu prend de l'épaisseur et de la consistance, et présente par la suite une espèce de voûte qui couvre la cavité ou encore pleine ou épuisée d'eau. Toutes ces masses concrètes sont de même nature; je m'en suis assuré en faisant tirer et enlever quelques blocs des unes et des autres pour les faire travailler et polir par des ouvriers accoutumés à travailler le marbre : ils reconnurent avec moi que c'étoit du véritable albâtre, qui ne différoit des plus beaux albâtres qu'en ce qu'il est d'un jaune un peu plus pâle et d'un poli moins vif; mais la composition de la matière, et sa disposition par ondes ou veines circulaires, est absolument la même [1]. Ainsi tous les albâtres doivent leur origine aux concrétions produites par l'infiltration des eaux à travers les matières calcaires : plus les bancs de ces matières sont épais et durs, plus les albâtres qui en proviennent seront solides à l'intérieur et brillans au poli. L'albâtre qu'on appelle oriental ne porte ce nom que parce qu'il a le grain plus fin, les couleurs plus fortes et le poli plus vif que les autres albâtres; et l'on trouve en Italie, en Sicile, à Malte, et même en France [2], de ces albâtres qu'on peut nommer orientaux par la beauté de leurs couleurs et l'éclat de leur poli : mais leur origine et leur formation

---

[1] Lorsque l'on scie transversalement une grosse stalactite ou colonne d'albâtre, on voit, sur la tranche, les couches circulaires dont la stalactite est formée; mais si on la scie sur sa longueur, l'albâtre ne présente que des veines longitudinales, en sorte que le même albâtre paroît être différent, selon le sens dans lequel on le travaille.

[2] On trouve à deux lieues de Mâcon, du côté du midi, une grande carrière

sont les mêmes que celles des albâtres communs, et leurs différences ne doivent être attribuées qu'à la qualité différente des pierres calcaires qui en ont fourni la matière. Si cette pierre s'est trouvée dure, compacte, et d'un grain fin, l'eau ne pouvant la pénétrer qu'avec beaucoup de temps, elle ne se chargera que de molécules très-fines et très-denses, qui formeront des concrétions plus pesantes et d'un grain plus fin que celui des stalactites produites par des pierres plus grossières; en sorte qu'il doit se trouver dans ces concrétions, ainsi que dans les albâtres, de grandes variétés, tant pour la densité que pour la finesse du grain et l'éclat du poli.

La matière pierreuse que l'eau détache en s'infiltrant dans les bancs calcaires, est quelquefois si pure et si homogène, que les stalactites qui en résultent sont sans couleurs et transparentes, avec une figure de cristallisation régulière; ce sont ordinairement de petites colonnes à pans, terminées par des pyramides triangulaires, et ces colonnes se cassent toujours obliquement. Cette matière est le spath, et les concrétions qui en contiennent une grande quantité, forment des albâtres plus transparens que les autres, mais qui sont en même temps plus difficiles à travailler.

Il ne faut pas bien des siècles, ni même un très-grand nombre d'années, comme on pourroit le croire, pour former les albâtres: on voit croître les stalactites en assez peu de temps; on les voit se grouper, se joindre et s'étendre pour ne former que des masses communes, en sorte qu'en moins d'un siècle elles augmentent peut-être du double de leur volume. Étant descendu, en 1759, dans les mêmes grottes d'Arcy pour la seconde fois, c'est-à-dire, dix-neuf ans après ma première visite, je trouvai cette augmentation de volume très-sensible et plus considérable que je ne l'avois imaginé: il n'étoit plus possible de passer dans les mêmes défilés par lesquels j'avois passé en 1740; les routes étoient devenues trop étroites ou trop basses, les cônes et les cylindres s'étoient allongés; les incrustations s'étoient épaissies; et je jugeai qu'en supposant égale l'augmentation successive de ces concrétions, il ne faudroit peut-être pas deux siècles pour achever de remplir la plus grande partie de ces excavations.

L'albâtre est donc une matière qui, se produisant et croissant

d'albâtre très-beau et très-bien coloré, qui a beaucoup de transparence en plusieurs endroits: cette carrière est située dans la montagne que l'on appelle *Solutrie*, dans laquelle il s'est fait un éboulement considérable par son propre poids. (*Note communiquée par M. Dumorey*)

chaque jour, pourroit, comme le bois, se mettre, pour ainsi dire, en coupes réglées à deux ou trois siècles de distance; car, en supposant qu'on fît aujourd'hui l'extraction de tout l'albâtre contenu dans quelques-unes des cavités qui en sont remplies, il est certain que ces mêmes cavités se rempliroient de nouveau d'une matière toute semblable, par les mêmes moyens de l'infiltration et du dépôt des eaux gouttières qui passent à travers les couches supérieures de la terre et les joints des bancs calcaires.

Au reste, cet accroissement des stalactites, qui est très-sensible et même prompt dans certaines grottes, est quelquefois très-lent dans d'autres. « Il y a près de vingt ans, dit M. l'abbé de Sau-« vages, que je cassai plusieurs stalactites dans une grotte où per-« sonne n'avoit encore touché; à peine se sont-elles allongées « aujourd'hui de cinq ou six lignes : on en voit couler des gouttes « d'eau chargées de suc pierreux, et le cours n'en est interrompu « que dans les temps de sécheresse. » Ainsi la formation de ces concrétions dépend non-seulement de la continuité de la stillation des eaux, mais encore de la qualité des rochers et de la quantité de particules pierreuses qu'elles en peuvent détacher. Si les rochers ou bancs supérieurs sont d'une pierre très-dure, les stalactites auront le grain très-fin, et seront long-temps à se former et à croître; elles croîtront au contraire en d'autant moins de temps que les bancs supérieurs seront de matières plus tendres et plus poreuses, telles que sont la craie, la pierre tendre et la marne.

La plupart des albâtres se décomposent à l'air, peut-être en moins de temps qu'il n'en faut pour les former. « La pierre dont « on se sert à Venise pour la construction des palais et des églises; « est une pierre calcaire blanche qu'on tire d'Istria, parmi laquelle « il y a beaucoup de stalactites d'un tissu compacte, et souvent « d'un diamètre deux fois plus grand que celui du corps d'un « homme très-gros : ces stalactites se forment en grande abon-« dance dans les voûtes souterraines des montagnes calcaires du « pays. Ces pierres se décomposent si facilement, que l'on vit, il « y a quelques années, à l'entablement supérieur de la façade « d'une belle église neuve, bâtie de cette pierre, plusieurs grandes « stalactites qui s'étoient formées successivement par l'égoutte-« ment lent des eaux qui avoient séjourné sur cet entablement. « C'est de la même manière qu'elles se forment daus les souter-« rains des montagnes, puisque leur grain ou leur composition « y ressemble[1]. » Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de faire ob-

[1] *Lettres de M. Ferber*, pag. 41 et 42.

server ici que cette pierre d'Istria est une espèce d'albâtre; on le voit assez par la description de sa substance et de sa décomposition.

Et lorsqu'une cavité naturelle ou artificielle se trouve surmontée par des bancs de marbre, qui, de toutes les pierres calcaires, est la plus dense et la plus dure, les concretions formées dans cette cavité par l'infiltration des eaux ne sont plus des albâtres, mais de beaux marbres fins, et d'une dureté presque égale à celle du marbre dont ils tirent leur origine, et qui est d'une formation bien plus ancienne. Ces premiers marbres contiennent souvent des coquilles et d'autres productions de la mer, tandis que les nouveaux marbres, ainsi que les albâtres, n'étant composés que de particules pierreuses détachées par les eaux, ne présentent aucun vestige de coquilles, et annoncent par leur texture que leur formation est nouvelle.

Ces carrières parasites de marbre et d'albâtre, toutes formées aux dépens des anciens bancs calcaires, ne peuvent avoir plus d'étendue que lès cavités dans lesquelles on les trouve. On peut les épuiser en assez peu de temps; et c'est par cette raison que la plupart des beaux marbres antiques ou modernes ne se trouvent plus. Chaque cavité contient un marbre différent de celui d'une autre cavité, surtout pour les couleurs, parce que les bancs des anciens marbres qui surmontent ces cavernes sont eux-mêmes différemment colorés, et que l'eau, par son infiltration, détache et emporte les molécules de ces marbres avec leurs couleurs : souvent elle mêle ces couleurs ou les dispose dans un ordre différent; elle les affoiblit ou les charge selon les circonstances. Cependant on peut dire que les marbres de seconde formation sont en général plus fortement colorés que les premiers dont ils tirent leur origine.

Et ces marbres de seconde formation peuvent, comme les albâtres, se régénérer dans les endroits d'où on les a tirés, parce qu'ils sont formés de même par la stillation des eaux. Baglivi rapporte un grand nombre d'exemples qui prouvent évidemment que le marbre se reproduit de nouveau dans les mêmes carrières; il dit que l'on voyoit de son temps des chemins très-unis, dans des endroits où, cent ans auparavant, il y avoit eu des carrières très-profondes. Il ajoute qu'en ouvrant des carrières de marbre, on avoit rencontré des haches, des pics, des marteaux et d'autres outils renfermés dans le marbre, qui avoient vraisemblablement servi autrefois à exploiter ces mêmes carrières, lesquelles se sont remplies par la suite des temps, et sont devenues propres à être exploitées de nouveau.

On trouve aussi plusieurs de ces marbres de seconde formation qui sont mêlés d'albâtre; et dans le genre calcaire comme en tout autre, la Nature passe par degrés et nuances du marbre le plus fin et le plus dur à l'albâtre et aux concrétions les plus grossières et les plus tendres.

La plupart des albâtres, et surtout les plus beaux, ont quelque transparence, parce qu'ils contiennent une certaine quantité de spath qui s'est cristallisé dans le temps de la formation des stalactites dont ils sont composés : mais, pour l'ordinaire, la quantité du spath n'est pas aussi grande que celle de la matière pierreuse, opaque et grossière; en sorte que l'albâtre qui résulte de cette composition est assez opaque, quoiqu'il le soit toujours moins que les marbres.

Et lorsque les albâtres sont mêlés de beaucoup de spath ils sont plus cassans et plus difficiles à travailler, par la raison que cette matière spathique cristallisée se fend, s'égrène très-facilement, et se casse presque toujours en sens oblique; mais aussi ces albâtres sont souvent les plus beaux, parce qu'ils ont plus de transparence et prennent un poli plus vif que ceux où la matière pierreuse domine sur celle du spath. On a cité dans l'*Histoire de l'Académie des sciences*, un albâtre trouvé par M. Puget aux environs de Marseille, qui est si transparent, que, par le poli très-parfait dont il est susceptible, on voit, à plus de deux doigts de son épaisseur, l'agréable variété de couleurs dont il est embelli. Le marbre à demi-transparent que M. Pallas a vu dans la province d'Ischski en Tartarie, est vraisemblablement un albâtre semblable à celui de Marseille. Il en est de même du bel albâtre de Grenade en Espagne, qui, selon M. Bowles, est aussi brillant et transparent que la plus belle cornaline blanche, mais qui néanmoins est fort tendre, à moitié blanc et à moitié couleur de cire. En général, la transparence dans les pierres calcaires, les marbres et les albâtres, ne provient que de la matière spathique qui s'y trouve incorporée et mêlée en grande quantité; car les autres matières pierreuses sont opaques.

Au reste, on peut regarder comme une espèce d'albâtre toutes les incrustations et même les ostéocoles et les autres concrétions pierreuses moulées sur des végétaux ou sur des ossemens d'animaux. Il s'en trouve de cette dernière espèce en grande quantité dans les cavernes du margraviat de Bareith, dont S. A. S. Mgr. le margrave d'Anspach a eu la bonté de m'envoyer la description suivante : « On connoît assez les marbres qui renferment des « coquilles ou des pétrifications qui leur ressemblent.... Mais ici

« on trouve des masses pierreuses pétries d'ossemens d'une ma-
« nière semblable ; elles sont nées, pour ainsi dire, de la conglu-
« tination des fragmens des stalactites de la pierre calcaire grise
« qui fait la base de toute la chaîne de ces montagnes, d'un peu de
« sable, d'une substance marneuse, et d'une quantité infinie de
« fragmens d'os. Il y a dans une seule pierre, dont on a trouvé des
« masses de quelques centaines de livres, un mélange de dents de
« différentes espèces, de côtes, de cartilages, de vertèbres, de pha-
« langes, d'os cylindriques ; en un mot, des fragmens d'os de tous
« les membres qui y sont par milliers. On trouve souvent dans
« ces mêmes pierres un grand os qui en fait la piece principale,
« et qui est entouré d'un nombre infini d'autres ; il n'y a pas la
« moindre régularité dans la disposition des couches. Si l'on ver-
« soit de la chaux détrempée sur un mélange d'esquilles, il en
« naîtroit quelque chose de semblable. Ces masses sont déjà assez
« dures dans les cavernes... mais lorsqu'elles sont exposées à l'air,
« elles durcissent au point que, quand on s'y prend comme il
« faut, elles sont susceptibles d'un médiocre poli. On trouve ra-
« rement des cavités dans l'intérieur ; les interstices sont remplis
« d'une matière compacte que la pétrification a encore décom-
« posée davantage. Je m'en suis à la fin procuré, avec beaucoup
« de peine, une collection si complète, que je puis présenter pres-
« que chaque os remarquable du squelette de ces animaux, en-
« châssé dans une propre pièce, dont il fait l'os principal. En
« entrant dans ces cavernes pour la première fois, nous en avons
« trouvé une si grande quantité, qu'il eût été facile d'en amasser
« quelques charretées.

« Un heureux destin m'avoit réservé à moi et à mes amis,
« entre autres, un morceau de cette pierre osseuse à peu près de
« trois pieds de long sur deux de large et autant d'épaisseur.....
« La curiosité nous le fit mettre en pièces ; car il étoit impossible
« de le faire passer par ces détroits pour le sortir en entier. Chaque
« morceau, à peu près de deux livres, nous présenta plus de cent
« fragmens d'os..... J'eus le plaisir de trouver dans le milieu une
« dent canine, longue de quatre pouces, bien conservée : nous
« avons aussi trouvé des dents molaires de différentes espèces dans
« d'autres morceaux de cette même masse [1]. »

Par cet exemple des cavernes de Bareith, où les ossemens d'ani-
maux dont elle est remplie se trouvent incrustés et même péné-

[1] Description des cavernes du margraviat de Bareith, par Jean-Frédéric Esper, *in-fol.*, page 27.

trés de la matière pierreuse amenée par la stillation des eaux, on peut prendre une idée générale de la formation des ostéocoles animales, qui se forment par le même mécanisme que les ostéocoles végétales [1], telles que les mousses pétrifiées et toutes les autres concrétions dans lesquelles on trouve des figures de végétaux : car supposons qu'au lieu d'ossemens d'animaux accumulés dans ces cavernes, la Nature ou la main de l'homme y eussent entassé une grande quantité de roseaux ou de mousses; n'est-il pas évident que ce même suc pierreux auroit saisi les mousses et les roseaux, les auroit incrustés en dehors, et remplis en dedans et même dans

---

[1] M. Gleditsch donne une bonne description des ostéocoles qui se trouvent en grande quantité dans les terrains maigres du Brandebourg : « Ce fossile, dit-« il, est connu de tout le monde dans les deux Marches, où on l'emploie depuis « plusieurs siècles à des usages tant internes qu'externes.... On le trouve dans un « sable plus ou moins léger, blanc, gris, rouge ou jaunâtre, fort ressemblant à « l'espèce de sable qu'on trouve ordinairement au fond des rivières : celui qui « touche immédiatement l'osséocole est plus blanc et plus mou que le reste......... « Quand dans les temps pluvieux cette terre, qui s'attache fortement aux mains, « vient à se dissoudre dans les lieux élevés, les eaux l'entraînent en forme d'émul-« sion dans les creux qui se trouvent au-dessous.... Elle ne diffère guère de la « marne, et se trouve attachée au sable, dans des proportions différentes........ « Mais plus le sable est voisin des branches du fossile, plus la quantité de cette « terre augmente : il n'y a pas grande différence entre elle et la matière même « du fossile. On trouve aussi cette terre dans les fonds et même sous quelques « étangs, etc....

« Les vents, les pluies, etc., en enlevant le sable, laissent quelquefois à décou-« vert l'ostéocole...... Quelquefois on en trouve çà et là des pièces rompues...... « Quand on aperçoit des branches, on les dégage du sable avec précaution, et on « les suit jusqu'au tronc qui jette des racines sous terre de plusieurs côtés.... Tant « que le tronc entier est encore renfermé dans le sable, la forme du fossile ne l'offre « aux yeux que d'un côté, et alors elle représente assez parfaitement le bas du « tronc d'un vieil arbre..... Les racines descendent en partie jusqu'à la profondeur « de quatre à six pieds, et s'étendent en partie obliquement de tous côtés...... « Le tronc du fossile, dont la grandeur et l'épaisseur varient, doit sans « doute son origine au tronc de quelque arbre mort et en partie carié; ce « qui se prouve suffisamment par la lésion et la destruction de sa structure inté-« rieure.....

« Les racines les plus fortes sont plus ou moins grosses que le bras; elles s'a-« mincissent peu à peu en se divisant, de sorte que les dernières ramifications ont « à peine une circonférence qui égale une plume d'oie. Pour les productions ca-« pillaires des racines, elles ne se trouvent en aucun endroit du fossile, sans doute « parce que leur ténuité et la délicatesse de leur texture ne leur permet pas de ré-« sister à la putréfaction....... On trouve rarement les grosses racines pétrifiées et « duroies dans le sable; elles y sont plutôt un peu humides et molles; et exposées « à l'air, elles deviennent sèches et friables.....

« La masse terrestre qui, à proprement parler, constitue notre fossile, est une « vraie terre de chaux; et quand on l'a nettoyée du sable et de la pourriture qui « peuvent y rester, l'acide vitriolique, avec lequel elle fait une forte effervescence, « la dissout en partie. La matière de notre fossile, lorsqu'elle est encore renfermée

tous leurs pores ; que dès-lors ces concrétions pierreuses en auront pris la forme, et qu'après la destruction et la pourriture de ces matières végétales, la concrétion pierreuse subsistera et se présentera sous cette même forme? Nous en avons la preuve démonstrative dans certains morceaux qui sont encore roseaux en partie, et du reste ostéocoles. Je connois aussi des mousses dont le bas est pleinement incrusté, et dont le dessus est encore vert et en état de végétation. Et comme nous l'avons dit, tout ce qu'on appelle pétrifications ne sont que des incrustations qui non-seulement se sont appliquées sur la surface des corps, mais en ont même péné-

---

« dans le sable, est molle; elle a de l'humidité; sa cohérence est lâche, et il s'en « exhale une odeur âcre, assez foible cependant, ou bien elle forme un corps gra- « veleux, pierreux, insipide et sans odeur: tout cela met en évidence que la terre « de chaux de ce fossile n'est point du gravier fin lié par le moyen d'une glu, « comme le prétendent quelques auteurs.

« Mais lorsqu'on peut remarquer, dans la composition de la matière de notre « fossille, quelque proportion, elle consiste, pour l'ordinaire, en parties égales de « sable et de terre de chaux.

« Ce fossile est dû à des troncs d'arbres, dont les fibres ont été atténuées et « pourries par l'humidité..... Il se forme dans ces troncs et dans ces racines, des « cavités où s'insinuent facilement, par le moyen de l'eau, le sable et la terre de « chaux qu'elle a dissous : cette terre, entrant par tous les trous et les endroits « cariés, descend jusqu'aux extrémités de toute la tige et des racines, jusqu'à ce « qu'avec le temps toutes ces cavités se trouvent exactement remplies ; l'eau super- « flue trouve aisément une issue, dont les traces se manifestent dans le centre « poreux des branches : voilà comment ce fossile se forme...... L'humidité crou- « pissante qui est perpétuellement autour du fossile, est le véritable obstacle à son « endurcissement.

« Quelques auteurs ont regardé comme de l'ostéocole, une certaine espèce de « tuf en partie informe, en partie composé de l'assemblage de plusieurs petits « tuyaux de différente nature : ce tuf se trouve en abondance dans plusieurs con- « trées de la Thuringe et en d'autres endroits.....

« L'expérience, jointe au consentement de plusieurs auteurs, dépose que le ter- « rain naturel et le plus convenable à l'ostéocole, est un terroir stérile, sablon- « neux et léger ; au contraire, un terrain gras, consistant, argileux, onctueux et « limoneux, etc., lorsqu'il vient à être délayé par l'eau, laisse passer lentement et « difficilement l'eau elle-même, et à plus forte raison quelque autre terre, comme « celle dont l'ostéocole est formée : l'ostéocole se mêleroit intimement à la terre « grasse, dans l'intérieur de laquelle elle formeroit des lits plats, plutôt que de « pénétrer une substance aussi consistante. » (*Extrait des Mémoires de l'académie de Prusse*, par M. Paul. Avignon, 1768; tome V, in-12, page 1 et suivantes du supplément à ce volume.)

M. Bruckmann dit, comme M. Gleditsch, que les ostéocoles ne se trouvent point dans les terres grasses et argileuses, mais dans les terrains sablonneux. Il y en a près de Francfort-sur-l'Oder, dans un sable blanchâtre, mêlé d'une matière noire, qui n'est que du bois pourri. L'ostéocole est molle dans la terre, mais plutôt friable que ductile ; elle se dessèche et durcit en très-peu de temps à l'air : c'est une espèce de marne, ou du moins une terre qui lui est fort analogue. Les différentes figures des ostéocoles ne viennent que des racines auxquelles cette matière

tré et rempli les vides et les pores, en se substituant peu à peu à la matière animale ou végétale, à mesure qu'elle se décomposoit.

On vient de voir, par la note précédente, que les ostéocoles ne sont que des incrustations d'une matière crétacée ou marneuse, et ces incrustations se forment quelquefois en très-peu de temps, aussi bien au fond des eaux que dans le sein de la terre. M. Dutour, correspondant de l'Académie des sciences, cite une ostéocole qu'il a vue se former en moins de deux ans. « En faisant « nettoyer un canal, je remarquai, dit-il, que tout le fond étoit « comme tapissé d'un tissu fort serré de filets pierreux, dont les

---

s'attache; de là provient aussi la ligne noire qu'on trouve presque toujours dans leur milieu : elles sont toutes creuses, à l'exception de celles qui sont formées de plusieurs petites fibres de racines accumulées et réunies par la matière marneuse ou crétacée. Voyez la *Collection académique, Partie étrangère*, tome II, pages 155 et 156.

M. Beurer de Nuremberg ayant fait déterrer grand nombre d'ostéocoles, en a trouvé une dans le temps de sa formation : c'étoit une souche de peuplier noir, qui, par son extrémité supérieure, étoit encore ligneuse, et dont la racine étoit devenue une véritable ostéocole. Voyez les *Transactions philosophiques*, année 1745, n°. 476.

M. Guettard a aussi trouvé des ostéocoles en France, aux environs d'Étampes, et particulièrement sur les bords de la rivière de Louette. « L'ostéocole d'Étampes, « dit cet académicien, forme des tuyaux longs depuis trois ou quatre pouces jus« qu'à un pied et demi et plus : le diamètre de ces tuyaux est de deux, trois, « quatre lignes, et même d'un pouce; les uns, et c'est le plus grand nombre, « sont cylindriques; les autres sont formés de plusieurs portions de cercle, qui, « réunies, forment une colonne à plusieurs pans. Il y en a d'aplatis; les bords « de quelques autres sont roulés en dedans suivant leur longueur, et ne sont, par « conséquent, que demi-cylindriques; plusieurs n'ont qu'une seule couche, mais « beaucoup plus en ont deux ou trois : on diroit que ce sont autant de cylindres « renfermés les uns dans les autres. Le milieu d'un tuyau cylindrique, fait d'une « ou de deux couches, en contient quelquefois une troisième qui est prismatique « triangulaire. Quelques-uns de ces tuyaux sont coniques; d'autres, ceux-ci sont « cependant rares, sont courbés et forment presque un cercle. De quelque figure « qu'ils soient, leur surface interne est lisse, polie et ordinairement striée; l'ex« térieure est raboteuse et bosselée. La couleur est d'un assez beau blanc de marne « ou de craie à l'extérieur : celle de la surface interne est quelquefois d'un jaune « tirant sur le rougeâtre; et si elle est blanche, ce blanc est toujours un peu « sale... Il y a aussi de l'ostéocole sur l'autre bord de la rivière, mais en moindre « quantité .... On en trouve encore de l'autre côté de la ville, dans un endroit qui « regarde les moulins à papier qui sont établis sur une branche de la Chalouette, « et sur les bords des fossés de cette ville qui sont de ce côté.... »

M. Guettard rapporte encore plusieurs observations « pour prouver que la for« mation de l'ostéocole des environs d'Étampes n'est due qu'à des plantes qui se « sont chargées de particules de marne et de sable des montagnes voisines, qui « auront été entraînées par des averses d'eau, et arrêtées dans les mares par les « plantes qui y croissent, et sur lesquelles ces particules de marne et de sable se « seront déposées successivement. » Voyez les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1754, page 269 jusqu'à 288.

« plus gros n'avoient que deux lignes de diamètre, et qui se croi-
« soient en tous sens. Les filets étoient de véritables tuyaux mou-
« lés sur des racines d'ormes fort menues qui s'y étoient dessé-
« chées, et qu'on pouvoit aisément en tirer. La couleur de ces
« tuyaux étoit grise, et leur parois, qui avoient un peu plus d'un
« tiers de ligne d'épaisseur, étoient assez fortes pour résister, sans
« se briser, à la pression des doigts. A ces marques, je ne pus
« méconnoître l'ostéocole, mais je ne pus aussi m'empêcher d'être
« étonné du peu de temps qu'elle avoit mis à se former : car ce
« canal n'étoit construit que depuis environ deux ans et demi ; et
« certainement les racines qui avoient servi de noyau à l'ostéo-
« cole étoient de plus nouvelle date.» Nous avons d'autres exemples d'incrustations qui se font encore en moins de temps dans certaines circonstances. Il est dit dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences*, que M. de la Chapelle avoit apporté une pétrification fort épaisse, tirée de l'aqueduc d'Arcueil, et qu'il avoit appris des ouvriers que ces pétrifications ou incrustations se font par lits chaque année ; que, pendant l'hiver, il ne s'en fait point, mais seulement pendant l'été, et que quand l'hiver a été très-pluvieux et abondant en neiges, les pétrifications qui se forment pendant l'été suivant sont quelquefois d'un pied d'épaisseur. Ce fait est peut-être exagéré ; mais au moins on est sûr que souvent en une seule année ces dépôts pierreux sont de plus d'un pouce ou deux : on en trouve un exemple dans la même *Histoire de l'Académie*. Le *ruisseau de craie*, près de Besançon, enduit d'une incrustation pierreuse les tuyaux de bois de sapin où l'on fait passer son eau pour l'usage de quelques forges ; il forme dans leur intérieur, en deux ans, d'autres tuyaux d'une pierre compacte d'environ un pouce et demi d'épaisseur. M. du Luc dit qu'on voit dans le Valais des eaux aussi claires qu'il soit possible, et qui ne laissent pas de former de tels amas de tuf, qu'il en résulte des saillies considérables sur les faces des montagnes, etc.

Les stalactites, quoique de même nature que les incrustations et les tufs, sont seulement moins impures et se forment plus lentement. On leur a donné différens noms, suivant leurs différentes formes ; mais M. Guettard dit avec raison que les stalactites, soit en forme pyramidale ou cylindrique, ou en tubes, peuvent être regardées comme une même sorte de concrétions. Il parle d'une concrétion en très-grande masse, qu'il a observée aux environs de Crégi, village peu éloigné de Meaux, qui s'est formée par le dépôt de l'eau d'une fontaine voisine, et dans laquelle on trouve renfermés des mousses, des chiendents et d'autres plantes qui for-

ment des milliers de petites ramifications, dont les branches sont ordinairement creuses, parce que ces plantes se sont à la longue pourries et entièrement détruites. Il cite aussi les incrustations en forme de planches de sapin qui se trouvent aux environs de Besançon. « Lorsqu'on voit pour la première fois, dit cet académi-
« cien, un morceau de ce dépôt pierreux, il n'y a personne qui
« ne le prenne d'abord pour une planche de sapin pétrifiée.....
« Rien, en effet, n'est plus propre à faire prendre cette idée que
« ces espèces de planches. Une de leurs surfaces est striée de lon-
« gues fibres longitudinales et parallèles, comme peuvent être
« celles des planches de sapin : la continuité de ces fibres est quel-
« quefois interrompue par des espèces de nœuds semblables à
« ceux qui se voient dans ce bois: ces nœuds sont de différentes
« grosseurs et figures. L'autre surface de ces planches est en quel-
« que sorte ondée à peu près comme seroit une planche de sa-
« pin mal polie. Cette grande ressemblance s'évanouit cependant
« lorsqu'on vient à examiner ces sortes de planches. On s'aper-
« çoit aisément alors qu'elles ne font voir que ce qu'on remarque-
« roit sur des morceaux de plâtre ou de quelque pâte qu'on au-
« roit étendue sur une planche de sapin..... On s'assure facilement
« dès-lors que ces planches pierreuses ne sont qu'un dépôt fait sur
« des planches de ce bois; et si on les casse, on le reconnoît en-
« core mieux, parce que les stries de la surface ne se continuent
« pas dans l'intérieur. »

M. Guettard cite encore un autre dépôt pierreux qui se fait dans les bassins du château d'Issy, près de Paris; ce dépôt contient des groupes de plantes *verticillées* tout incrustées. Ces plantes, telles que la girandole d'eau, sont très-communes dans toutes les eaux dormantes; la quantité de ces plantes fait que les branches des différens pieds s'entrelacent les unes avec les autres; et lorsqu'elles sont chargées du dépôt pierreux, elles forment des groupes que l'on pourroit prendre pour des plantes pierreuses ou des plantes marines semblables à celles qu'on appelle *coralines*.

Par ce grand nombre d'exemples, on voit que l'incrustation est le moyen aussi simple que général par lequel la Nature conserve, pour ainsi dire, à perpétuité les empreintes de tous les corps sujets à la destruction; ces empreintes sont d'autant plus exactes et fidèles, que la pâte qui les reçoit est plus fine : l'eau la plus claire et la plus limpide ne laisse pas d'être souvent chargée d'une très-grande quantité de molécules pierreuses qu'elle tient en dissolution; et ces molécules, qui sont d'une extrême ténuité, se moulent si parfaitement sur les corps les plus délicats, qu'elles en re-

présentent les traits les plus déliés. L'art a même trouvé le moyen d'*imiter* en ceci la Nature : on fait des cachets, des reliefs, des figures parfaitement achevées, en exposant des moules au jaillissement d'une eau chargée de cette matière pierreuse [1]; et l'on peut aussi faire des pétrifications artificielles, en tenant long-temps dans cette eau des corps de toute espèce : ceux qui seront spongieux ou poreux recevront l'incrustation tant au dehors qu'en dedans; et si la substance animale ou végétale qui sert de moule vient à pourrir, la concrétion qui reste paroît être une vraie pétrification, c'est-à-dire, le corps même qui s'est pétrifié, tandis qu'il n'a été qu'incrusté à l'intérieur comme à l'extérieur.

DU MARBRE.

Le marbre est une pierre calcaire dure et d'un grain fin, souvent colorée et toujours susceptible de poli. Il y a, comme dans les autres pierres calcaires, des marbres de première, de seconde, et peut-être de troisième formation. Ce que nous avons dit au sujet des carrières parasites, suffit pour donner une juste idée de la composition des pierres ou des marbres que ces carrières renferment : mais les anciens marbres ne sont pas composés, comme les nouveaux, de simples particules pierreuses, réduites par l'eau en molécules plus ou moins fines; ils sont formés, comme les autres pierres anciennes, de débris de pierres encore plus anciennes, et la plupart sont mêlés de coquilles et d'autres productions de la mer. Tous sont posés par bancs horizontaux ou parallèlement inclinés, et ils ne diffèrent des autres pierres calcaires que par les couleurs; car il y a de ces pierres qui sont presque aussi dures, aussi denses

[1] C'est aux bains de *Santo-Filippo*, sur le penchant de la montagne de *Santa-Fiora*, près de Sienne, que M. le docteur *Leonardo Vegni* a établi sa singulière manufacture d'impressions de médailles et de bas-reliefs formés par la poudre calcaire que déposent ces eaux : pour cela, il les fait tomber d'assez haut sur des lattes de bois placées en travers sur un grand cuveau; l'eau, par cette chute, rejaillit en gouttes contre les parois de la cuve, auxquelles sont attachés les modèles et les médailles; et en peu de temps on les voit couvertes d'une incrustation très-fine et très-compacte........ On peut même colorer ce sédiment pierreux en rouge, en faisant filtrer l'eau qui doit le déposer à travers du bois de Fernambouc. Il faut que cette matière soit bien abondante dans les eaux, puisqu'on assure qu'on a déjà fait par ce moyen des bustes entiers, et que M. le docteur Vegni espère réussir à en faire des statues massives de grandeur humaine.

et d'un grain aussi fin que les marbres, et auxquelles néanmoins on ne donne pas le nom de *marbres*, parce qu'elles sont sans couleur décidée, ou plutôt sans diversité de couleurs. Au reste, les couleurs, quoique très-fortes ou très-foncées dans certains marbres, n'en changent point du tout la nature; elles n'en augmentent sensiblement ni la dureté ni la densité, et n'empêchent pas qu'ils ne se calcinent et se convertissent en chaux au même degré de feu que les autres pierres dures. Les pierres à grain fin et que l'on peut polir, font la nuance entre les pierres communes et les marbres, qui tous sont de la même nature que la pierre, puisque tous font effervescence avec les acides, qui tous ont la cassure grenue, et qui tous peuvent se réduire en chaux : je dis tous, parce que je n'entends parler ici que des marbres purs, c'est-à-dire, de ceux qui ne sont composés que de matière calcaire sans mélange d'argile, de schiste, de lave, ou d'autre matière vitreuse; car ceux qui sont mêlés d'une grande quantité de ces substances hétérogènes, ne sont pas de vrais marbres, mais des pierres mi-parties, qu'on doit considérer à part.

Les bancs des marbres anciens ont été formés, comme les autres bancs calcaires, par le mouvement et le dépôt des eaux de la mer, qui a transporté les coquilles et les matières pierreuses réduites en petit volume, en graviers, en galets, et les a stratifiées les unes sur les autres; et il paroît que l'établissement local de la plupart de ces bancs de marbre d'ancienne formation a précédé celui des autres bancs de pierre calcaire, parce qu'on les trouve presque toujours au-dessous de ces mêmes bancs, et que, dans une colline composée de vingt ou trente bancs de pierre, il n'y a d'ordinaire que deux ou trois bancs de marbre, souvent un seul, toujours situé au-dessous des autres, à peu de distance de la glaise qui sert de base à la colline; en sorte que communément le banc de marbre porte immédiatement sur cette argile, ou n'en est séparé que par un dernier banc qui paroît être l'égout de tous les autres, et qui est mêlé de marbre, de pyrites et de cristallisations spathiques d'un assez grand volume.

Ainsi, par leur situation au-dessous des autres bancs de pierre calcaire, les bancs de ces anciens marbres ont reçu les couleurs et les sucs pétrifians dont l'eau se charge toujours en pénétrant d'abord la terre végétale, et ensuite tous les bancs de pierre qui se trouvent entre cette terre et le banc de marbre; et l'on peut distinguer par plusieurs caractères ces marbres d'ancienne formation : les uns portent des empreintes de coquilles dont on voit la forme et les stries; d'autres, comme les *lumachelles*, paroissent compo-

sés de petites coquilles de la figure des limaçons; d'autres contiennent des bélemnites, des orthocératites, des astroïtes, des fragmens de madrépores, etc. Tous ces marbres qui présentent des impressions de coquilles, sont moins communs que ceux qu'on appelle *brèches*, qui n'offrent que peu ou point de ces productions marines, et qui sont composés de galets ou de graviers arrondis, liés ensemble par un ciment pierreux, de sorte qu'ils s'ébrèchent en les cassant; et c'est de là qu'on les a nommés *brèches*.

On peut donc diviser en deux classes ces marbres d'ancienne formation. La première comprend tous ceux auxquels on a donné ce nom de *brèches;* et l'on pourroit appeler *marbres coquilleux* ceux de la seconde classe. Les uns et les autres ont des veines de spath, qui cependant sont plus fréquentes et plus apparentes dans les marbres coquilleux que dans les brèches, et ces veines se sont formées lorsque la matière de ces marbres, encore molle, s'est entr'ouverte par le desséchement; les fentes se sont dès-lors peu à peu remplies du suc lapidifique qui découloit des bancs supérieurs, et ce suc spathique a formé les veines qui traversent le fond du marbre en différens sens : elles se trouvent ordinairement dans la matière plus molle qui a servi de ciment pour réunir les galets, les graviers et les autres débris de pierre ou des marbres anciens dont ils sont composés; et ce qui prouve évidemment que ces veines ne sont que des fentes remplies du suc lapidifique, c'est que dans les bancs qui ont souffert quelque effort, et qui se sont rompus après le desséchement par un tremblement de terre ou par quelque autre commotion accidentelle, on voit que la rupture qui, dans ce cas, a séparé les galets et les autres morceaux durs en deux parties, s'est ensuite remplie de spath, et a formé une petite veine si semblable à la fracture, qu'on ne peut la méconnoître. Ce que les ouvriers appellent des *fils* ou des *poils* dans les blocs de pierre calcaire, sont aussi de petites veines de spath, et souvent la pierre se rompt dans la direction de ces fils en la travaillant au marteau : quelquefois aussi ce spath prend une telle solidité, surtout quand il est mêlé de parties ferrugineuses, qu'il semble avoir autant et plus de résistance que le reste de la matière.

Il en est des taches comme des veines dans certains marbres d'ancienne formation : on y voit évidemment que les taches sont aussi d'une date postérieure à celle de la masse même de ces marbres; car les coquilles et les débris des madrépores répandus dans cette masse, ayant été dissous par l'intermède de l'eau, ont laissé dans plusieurs endroits de ces marbres des cavités qui n'ont conservé que le contour de leur figure, et l'on voit que ces petites ca-

vités ont été ensuite remplies par une matière blanche ou colorée, qui forme des taches d'une figure semblable à celle de ces corps marins dont elle a pris la place; et lorsque cette matière est blanche, elle est de la même nature que celle du marbre blanc; ce qui semble indiquer que le marbre blanc lui-même est de seconde formation, et a été, comme les albâtres, produit par la stillation des eaux. Cette présomption se confirme lorsque l'on considère qu'il ne se trouve jamais d'impressions de coquilles ni d'autres corps marins dans le marbre blanc, et que dans ses carrières on ne remarque point les fentes perpendiculaires, ni même les délits horizontaux, qui séparent et divisent par bancs et par blocs les autres carrières de pierres calcaires ou de marbres d'ancienne formation: on voit seulement sur ce marbre blanc de très-petites gerçures qui ne sont ni régulières ni suivies; l'on en tire des blocs d'un très-grand volume et de telle épaisseur que l'on veut, tandis que, dans les marbres d'ancienne formation, les blocs ne peuvent avoir que l'épaisseur du banc dont on les tire, et la longueur qui se trouve entre chacune des fentes perpendiculaires qui traversent ce banc. L'inspection même de la substance du marbre blanc, et les grains spathiques que l'on aperçoit à sa cassure, semblent démontrer qu'il a été formé par la stillation des eaux; et l'on observe de plus que, lorsqu'on le taille, il obéit au marteau dans tous les sens, soit qu'on l'entame horizontalement ou verticalement, au lieu que, dans les marbres d'ancienne formation, le sens horizontal est celui dans lequel on les travaille plus facilement que dans tout autre sens.

Les marbres anciens sont donc composés :

1°. Des débris de pierres dures ou de marbres encore plus anciens et réduits en plus ou moins petit volume. Dans les brèches, ce sont des morceaux très-distincts, et qui ont depuis quelques lignes jusqu'à quelques pouces de diamètre. Ceux que les nomenclateurs ont appelés *marbres oolithes*, qui sont composés de petits graviers arrondis, semblables à des œufs de poissons, peuvent être mis au rang des brèches, ainsi que les *poudingues calcaires*, composés de gros graviers arrondis.

2°. D'un ciment pierreux, ordinairement coloré, qui lie ces morceaux dans les brèches, et réunit les parties coquilleuses avec les graviers dans les autres marbres. Ce ciment, qui fait le fonds de tous les marbres, n'est qu'une matière pierreuse anciennement réduite en poudre, et qui avoit acquis son dernier degré de pétrification avant de se réunir, ou qui l'a pris depuis par la susception du liquide pétrifiant.

Mais les marbres de seconde formation ne contiennent ni galets ni graviers arrondis, et ne présentent aucune impression de coquilles; ils sont, comme nous l'avons dit, uniquement composés de molécules pierreuses, charriées et déposées par la stillation des eaux, et dès-lors ils sont plus uniformes dans leur texture et moins variés dans leur composition; ils ont ordinairement le grain plus fin et des couleurs plus brillantes que les premiers marbres, desquels néanmoins ils tirent leur origine : on peut en donner des exemples dans tous les marbres antiques et modernes; ceux auxquels on donne le nom d'*antiques* ne sont plus connus que par les monumens où ils ont été employés; car les carrières dont ils ont été tirés sont perdues, tandis que ceux qu'on appelle *marbres modernes* se tirent encore actuellement des carrières qui nous sont connues. Le *cipollin* parmi ces marbres antiques, et le *sérancolin* parmi les marbres modernes, sont tous deux de seconde formation; le jaune et le vert antiques et modernes, les marbres blancs et noirs, tous ceux, en un mot, qui sont nets et purs, qui ne contiennent point de galets ni de productions marines dont la figure soit apparente, et qui ne sont, comme l'albâtre, composés que de molécules pierreuses, très-petites et disposées d'une manière uniforme, doivent être regardés comme des marbres de seconde formation, parmi lesquels il y en a, comme les marbres blancs de Carrare, de Paros, etc., auxquels on a donné mal à propos le nom de *marbres salins*, uniquement à cause qu'ils offrent à leur cassure, et quelquefois à leur surface, de petits cristaux spathiques en forme de grains de sel; ce qui a fait dire à quelques observateurs superficiels [1], que ces marbres contenoient une grande quantité de sels.

En général, tout ce que nous avons dit des pierres calcaires anciennes et modernes, doit s'appliquer aux marbres; la Nature a employé les mêmes moyens pour les former: elle a d'abord accumulé et superposé les débris des madrépores et des coquilles; elle en a brisé, réduit en poudre la plus grande quantité; elle a déposé le tout par lits horizontaux : et ces matières réunies par leur force d'affinité ont pris un premier degré de consistance, qui s'est

---

[1] Le docteur Targioni Tozzetti rapporte très-sérieusement une observation de Leeuwenhœck, qui prétend avoir découvert dans l'albâtre une très-grande quantité de sel; d'où ce docteur italien conjecture que la plus grande partie de la pâte blanche qui compose l'albâtre, est une espèce de sel fossile qui, venant à être rongé par les injures de l'air ou par l'eau, laisse à découvert les cristallisations en forme d'aiguilles. « Il y a toujours, dit-il, dans les albâtres une grande quantité « de sel; on le voit tout-à-fait ressemblant à celui de la mer, dans certains mor- « ceaux que je garde dans mon cabinet. »

bientôt augmenté dans les lits inférieurs par l'infiltration du suc pétrifiant qui n'a cessé de découler des lits supérieurs; les pierres les plus dures et les marbres se sont, par cette cause, trouvés au-dessous des autres bancs de pierre : plus il y a eu d'épaisseur de pierre au-dessus de ce banc inférieur, plus la matière en est devenue dense; et lorsque le suc pétrifiant qui en a rempli les pores, s'est trouvé fortement imprégné des couleurs du fer ou d'autres minéraux, il a donné les mêmes couleurs à la masse entière de ce dernier banc. On peut aisément reconnoître et bien voir ces couleurs dans la carrière même ou sur des blocs bruts; en les mouillant avec de l'eau, elle fait sortir ces couleurs, et leur donne pour le moment autant de lustre que le poli le plus achevé.

Il n'y a que peu de marbres, du moins en grand volume, qui soient d'une seule couleur; les plus beaux marbres blancs ou noirs sont les seuls que l'on puisse citer, et encore sont-ils souvent tachés de gris et de brun : tous les autres sont de plusieurs couleurs, et l'on peut même dire que toutes les couleurs se trouvent dans les marbres; car on en connoît des rouges et rougeâtres, des orangés, des jaunes et jaunâtres, des verts et verdâtres, des bleuâtres plus ou moins foncés, et des violets. Ces deux dernières couleurs sont les plus rares; mais cependant elles se voient dans la *brèche violette* et dans le marbre appelé *bleu turquin;* et du mélange de ces diverses couleurs il résulte une infinité de nuances différentes dans les marbres gris, isabelles, blanchâtres, bruns ou noirâtres. Dans le grand nombre d'échantillons qui composent la collection des marbres du Cabinet du Roi, il s'en trouve plusieurs de deux, trois et quatre couleurs, et quelques-uns de cinq et six. Ainsi les marbres sont plus variés que les albâtres, dans lesquels je n'ai jamais vu du bleu ni du vert.

On peut augmenter par l'art la vivacité et l'intensité des couleurs que les marbres ont reçues de la Nature; il suffit pour cela de les chauffer : le rouge deviendra d'un rouge plus vif ou plus foncé, et le jaune se changera en orangé ou en petit rouge. Il faut un certain degré de feu pour opérer ce changement, qui se fait en les polissant à chaud; et ces nouvelles nuances de couleur, acquises par un moyen si simple, ne laissent pas d'être permanentes, et ne s'altèrent ni ne changent par le refroidissement ni par le temps : elles sont durables, parce qu'elles sont profondes, et que la masse entière du marbre prend, par cette grande chaleur, ce surcroît de couleur qu'elle conserve toujours.

Dans tous les marbres, on doit distinguer la partie du fond qui d'ordinaire est de couleur uniforme, d'avec les autres parties qui

sont par taches ou par veines, sonvent de couleurs différentes; les veines traversent le fond, et sont rarement coupées par d'autres veines, parce qu'elles sont d'une formation plus nouvelle que le fond, et qu'elles n'ont fait que remplir les fentes occasionées par le desséchement de cette matière du fond. Il en est de même des taches : mais elles ne sont guère traversées d'autres taches, sinon par quelques filets d'herborisations qui sont d'une formation encore plus récente que celle des veines et des taches; et l'on doit remarquer que toutes les taches sont irrégulièrement terminées et comme frangées à leur circonférence, tandis que les veines sont au contraire sans dentelures ni franges, et nettement tranchées des deux côtés dans leur longueur.

Il arrive souvent que, dans la même carrière, et quelquefois dans le même bloc, on trouve des morceaux de couleurs différentes, et des taches ou des veines situées différemment; mais, pour l'ordinaire, les marbres d'une contrée se ressemblent plus entre eux qu'à ceux des contrées éloignées, et cela leur est commun avec les autres pierres calcaires, qui sont d'une texture et d'un grain différent dans les différens pays.

Au reste, il y a des marbres dans presque tous les pays du monde; et dès qu'on y voit des pierres calcaires, on peut espérer de trouver des marbres au-dessous. Dans la seule province de Bourgogne, qui n'e·ᵗ pas renommée pour ses marbres comme le Languedoc ou la Flandre, M. Guettard en compte cinquante-quatre variétés; mais nous devons observer que, quoiqu'il y ait de vrais marbres dans ces cinquante-quatre variétés, le plus grand nombre mérite à peine ce nom; leur couleur terne, leur grain grossier, leur poli sans éclat, doivent les faire rejeter de la liste des beaux marbres, et ranger parmi ces pierres dures qui font la nuance entre la pierre et le marbre [1].

Plusieurs de ces marbres sont d'ailleurs sujets à un très-grand défaut; ils sont *terrasseux*, c'est-à-dire, parsemés de plus ou moins grandes cavités remplies d'une matière terreuse qui ne peut recevoir le poli. Les ouvriers ont coutume de pallier ce défaut, en remplissant d'un mastic dur ces cavités ou terrasses : mais le remède est peut-être pire que le mal; car ce mastic s'use au frottement et se fond à la chaleur du feu; il n'est pas rare de le voir couler par gouttes contre les bandes et les consoles des cheminées.

Comme les marbres sont plus durs et plus denses que la plupart

[1] J'ai fait exploiter pendant vingt ans la carrière de marbre de Montbard; et ce que je dis des autres marbres de Bourgogne, est d'après mes propres observations.

des autres pierres calcaires, il faut un plus grand degré de chaleur pour les convertir en chaux; mais aussi cette chaux de marbre est bien meilleure, plus grasse et plus tenace que la chaux de pierre commune: on prétend que les Romains n'employoient pour les bâtimens publics que de la chaux de marbre, et que c'est ce qui donnoit une si grande consistance à leur mortier, qui devenoit, avec le temps, plus dur que la pierre.

Il y a des marbres revêches dont le travail est très-difficile: les ouvriers les appellent *marbres fiers*, parce qu'ils résistent trop aux outils, et qu'ils ne leur cèdent qu'en éclatant; il y en a d'autres qui, quoique beaucoup moins durs, s'égrènent au lieu de s'éclater. D'autres, en grand nombre, sont, comme nous l'avons dit, parsemés de cavités ou *terrasses;* d'autres sont traversés par un très-grand nombre de fils d'un spath tendre, et les ouvriers les appellent *marbres filandreux*.

Au reste, toutes les fois que l'on voit des morceaux de vingt à trente pieds de longueur et au-dessus, soit en pierre calcaire, soit en marbre, on doit être assuré que ces pierres ou ces marbres sont de seconde formation; car dans les bancs de marbres anciens et qui ont été formés et déposés par le transport des eaux de la mer, on ne peut tirer que des blocs d'un bien moindre volume. Les pierres qui forment le fronton de la façade du Louvre, la colonne de marbre qui est auprès de Moret, et toutes les autres longues pièces de marbre ou de pierre employées dans les grands édifices et dans les monumens, sont toutes de nouvelle formation.

On ne sera peut-être pas fâché de trouver ici l'indication des principaux lieux, soit en France, soit ailleurs, où l'on trouve des marbres distingués; on verra, par leur énumération, qu'il y en a dans toutes les parties du monde.

Dans le pays de Hainaut, le marbre de Barbançon est noir veiné de blanc, et celui de Rance est rouge sale, mêlé de taches et de veines grises et blanches.

Celui de Givet, que l'on tire près de Charlemont, sur les frontières du Luxembourg, est noir veiné de blanc, comme celui de Barbançon; mais il est plus net et plus agreable à l'œil.

On tire de Picardie le marbre de Boulogne, qui est une espèce de brocatelle, dont les taches sont fort grandes et mêlées de quelques filets rouges.

Un autre marbre qui tient encore de la brocatelle, se tire de la province de Champagne; il est taché de gris, comme s'il étoit parsemé d'yeux de perdrix. Il y a encore, dans cette même province, des marbres nuancés de blanc et de jaunâtre.

Le marbre de Caen en Normandie est d'un rouge entremêlé de veines et de taches blanches : on en trouve de semblable près de Canne en Languedoc.

Depuis quelques années on a découvert, dans le Poitou, auprès de la Bonardelière, une carrière de fort beaux marbres ; il y en a de deux sortes : l'un est d'un assez beau rouge foncé, agréablement coupé et varié par une infinité de taches de toutes sortes de formes, qui sont d'un jaune pâle : l'autre, au contraire, est uniforme dans sa couleur ; les blocs en sont gris ou jaunes, sans aucun mélange ni taches.

Dans le pays d'Aunis, M. Peluchon a trouvé, à deux lieues de Saint-Jean-d'Angely, un marbre coquillier, qu'il compare, pour la beauté, aux beaux marbres coquilliers d'Italie : il est en couches dans sa carrière, et il se présente en blocs et en plateaux de quatre à cinq pieds en carré. Il est composé, comme les lumachelles, d'une infinité de petits coquillages. Il y en a du jaunâtre et du gris, et tous deux reçoivent un très-beau poli.

Dans le Languedoc, on trouve aussi diverses sortes de marbres, qui méritent d'être employés à l'ornement des édifices par la beauté et la variété de leurs couleurs ; on en tire une fort grande quantité auprès de la ville de Canne, diocèse de Narbonne : il y en a d'incarnat ou d'un rouge pâle, marqués de veines et de taches blanches ; d'autres qui sont d'un bleu turquin ; et dans ces marbres turquins il y en a qui sont mouchetés d'un gris clair.

Il y a aussi, dans les environs de Canne, une autre sorte de marbre que l'on appelle *griotte*, parce que sa couleur approche beaucoup de celle des cerises de ce nom ; il est d'un rouge foncé, mêlé de blanc sale. Un autre marbre du même pays est appelé *cervelas*, parce qu'il a des taches blanches sur un fond rougeâtre.

En Provence, le marbre de la Sainte-Baume est renommé : il est taché de rouge, de blanc et de jaune ; il approche de celui que l'on appelle *brocatelle d'Italie* : ce marbre est un des plus beaux qu'il y ait en France.

En Auvergne, il se trouve du marbre rougeâtre mêlé de gris, de jaune et de vert.

En Gascogne, le marbre sérancolin, dans le *val d'Aure*, ou *vallée d'Aure*, est d'un rouge de sang, ordinairement mêlé de gris et de jaune ; mais il s'y trouve aussi des parties spathiques et transparentes. Ses carrières, qui étoient de seconde formation, et dont on a tiré des blocs d'un très-grand volume, sont actuellement épuisées.

Près de Cominges dans la même province de Gascogne, on

trouve, à Saint-Bertrand, un marbre verdâtre, mêlé de taches rouges et de quelques taches blanches.

Le marbre *Campan* vient aussi de Gascogne : on le tire près de Tarbes. Il est mêlé plus ou moins de blanc, de rouge, de vert et d'isabelle. Le plus commun de tous est celui qu'on appelle *vert-campan*, qui, sur un beau vert, n'est mêlé que de blanc. Tous ces marbres sont de seconde formation, et on en a tiré d'assez grands blocs pour en faire des colonnes.

Maintenant, si nous passons aux pays étrangers, nous trouverons qu'il y a dans le Groenland, sur les bords de la mer, beaucoup de marbres de toutes sortes de couleurs; mais la plupart sont noirs et blancs, parsemés de veines spathiques : le rivage est aussi couvert de quartiers informes de marbre rouge avec des veines blanches, vertes et d'autres couleurs.

En Suède et en Angleterre, il y a de même des marbres dont la plupart varient par leurs couleurs.

En Allemagne, on en trouve aux environs de Saltzbourg et de Lintz différentes variétés : les uns sont d'un rouge lie de vin ; d'autres sont olivâtres, veinés de blanc ; d'autres rouges et rougeâtres, avec des veines blanches; et d'autres sont d'un blanc pâle, veiné de noirâtre. Il y en a quelques-uns à Bareith, ainsi qu'en Saxe et en Silésie, dont on peut faire des statues, et on tire des environs de Brême du marbre jaune, taché de blanc.

A Altdorf, près de Nuremberg, on a découvert depuis peu une sorte de marbre remarquable par la quantité de bélemnites et de cornes d'ammon qu'il contient. Sa carrière est située dans un endroit bas et aquatique : la couche en est horizontale, et n'a que dix-huit à dix-neuf pouces d'épaisseur; elle est recouverte par dix-huit pieds de terre, et se prolonge sous les collines sans changer de direction : elle est divisée par une infinité de fentes perpendiculaires, qui ne sont éloignées l'une de l'autre que de trois, quatre et cinq pieds, et ces fentes se multiplient d'autant plus que la couche de marbre s'éloigne davantage des terrains humides ; ce qui fait qu'on ne peut pas obtenir de grands blocs de ce marbre. Sa couleur, lorsqu'il est brut, paroît être d'un gris d'ardoise; mais le poli lui donne une couleur verte, mêlée de gris brun, qui est agréablement relevée par les différentes figures que le mélange des coquilles y a dessinées.

Le pays de Liége et la Flandre fournissent des marbres plus ou moins beaux et plus ou moins variés dans leurs couleurs. On en tire de plusieurs sortes aux environs de Dinant : l'une

est d'un noir très-pur et très-beau; une autre est aussi d'un très-beau noir, mais rayée de quelques veines blanches; une troisième est d'un rouge pâle avec de grandes plaques et quelques veines blanches; une quatrième est de couleur grisâtre et blanche, mêlée d'un rouge couleur de sang; et une cinquième, qui vient aussi de Liége, est d'un noir pur et reçoit un beau poli.

On tire, aux environs de Namur, un marbre qui est aussi noir que ce dernier marbre de Liége; mais il est traversé par quelques filets gris.

Dans le pays des Grisons, il se trouve à Puschiavio plusieurs sortes de marbres : l'un est de couleur incarnate; un autre, qui se tire sur le mont Jule, est très-rouge; un autre, qui est de couleur blanche, forme un grand rocher auprès de Sanada : il y a un autre marbre à Tirano qui est entièrement noir.

A Valmara, dans la Valteline, il y a du marbre rouge, mais en petites masses et seulement propre à faire des mortiers à piler.

Dans le Valais, on trouve, près des sources du Rhin, du marbre noir veiné de blanc.

Le canton de Glaris a aussi des marbres noirs veinés de blanc: on en tire de semblables auprès de Guppenberg, de Schwanden et de Psefers, où il se trouve un autre marbre qui est de couleur grise-brune, parsemée de lentilles striées et convexes des deux côtés.

Le canton de Zurich fournit du marbre noir veiné de blanc, qui se tire à Vendenchwil : un autre, qui est aussi de couleur noire, mais rayé ou veiné de jaune, se trouve à Albisrieden.

Le canton de Berne renferme aussi différentes sortes de marbres : il y en a dont le fond est couleur de chair à Scheuznach; et tout auprès de ce marbre couleur de chair, on en voit du noir. Entre Aigle et Olon, on tire encore du marbre noir. A Spiez, le marbre noir est veiné de blanc, et à Grindelwald il est entièrement noir.

Les marbres d'Italie sont en fort grand nombre, et ont plus de réputation que tous les autres marbres de l'Europe : celui de Carrare, qui est blanc, se tire vers les côtes de Gènes, et en blocs de telle grandeur que l'on veut; son grain est cristallin, et il peut être comparé, pour sa blancheur, à l'ancien marbre de Paros.

Le marbre de *Saravezza*, qui se trouve dans les mêmes mon-

tagnes que celui de Carrare, est d'un grain encore plus fin que ce dernier : on y voit aussi un marbre rouge et blanc, dont les taches blanches et rouges sont quelquefois tellement distinctes les unes des autres, que ce marbre ressemble à une brèche, et qu'on peut lui donner le nom de *brocatelle;* mais il se trouve de temps en temps une teinte de noirâtre mélangée dans ce marbre. Sa carrière est en masse presque continue comme celui de Carrare, et comme celles de tous les autres marbres cristallins blancs, ou d'autres couleurs, qui se trouvent dans le Siennois et dans le territoire de Gènes : tous sont disposés en très-grandes masses, dans lesquelles on ne voit aucun indice de coquilles, mais seulement quelques crevasses qui sont remplies par une cristallisation de spath calcaire. Ainsi il ne paroît pas douteux que tous ces marbres ne soient de seconde formation.

Les environs de Carrare fournissent aussi deux sortes de marbres verts : l'une, que l'on nomme improprement *vert d'Égypte*, est d'un vert foncé, avec quelques taches de blanc et de gris de lin; l'autre, que l'on nomme *vert de mer*, est d'une couleur plus claire, mêlée de veines blanches.

On trouve encore un marbre sur les côtes de Gènes, dont la couleur est d'un gris d'ardoise mêlé de blanc sale; mais ce marbre est sujet à se tacher et à jaunir après avoir reçu le poli.

On tire encore sur le territoire de Gènes le marbre *porto-venere*, ou *porte-cuivre*, dont la couleur est noire, veinée de jaune, et qui est moins estimé lorsqu'il est veiné de blanchâtre.

Le marbre de *Margore*, qui se tire du Milanez, est fort dur et assez commun; sa couleur est un gris d'ardoise mêlé de quelques veines brunes ou couleur de fer.

Dans l'île d'Elbe, on trouve à Sainte-Catherine une carrière abondante de marbre blanc veiné de vert-noirâtre.

Le beau marbre de Sicile est d'un rouge-brun, mêlé de blanc et isabelle; ces couleurs sont très-vives et disposées par taches carrées et longues.

Tous les marbres précédens sont modernes ou nouvellement connus; les carrières de ceux que l'on appelle *antiques*, sont aujourd'hui perdues, comme nous l'avons dit, et réellement perdues à jamais, parce qu'elles ont été épuisées, ainsi que la matière qui les formoit : on ne compte que treize ou quatorze variétés de ces marbres antiques, dont nous ne ferons pas l'énumération, parce qu'on peut se passer de décrire dans une Histoire naturelle générale les détails des objets particuliers qui ne se trouvent plus dans la Nature.

Le marbre blanc de Paros est le plus fameux de tous ces marbres antiques; c'est celui que les grands artistes de la Grèce ont employé pour faire ces belles statues que nous admirons encore aujourd'hui, non-seulement par la perfection de l'ouvrage, mais encore par sa conservation depuis plus de vingt siècles : ce marbre s'est trouvé dans les îles de Paros, de Naxos et de Tinos. Il a le grain plus gros que celui de Carrare, et il est mêlé d'une grande quantité de petits cristaux de spath; ce qui fait qu'il s'égrène aisément en le travaillant; et c'est ce même spath qui lui donne un degré de transparence presque aussi grande que celle de l'albâtre, auquel il ressemble encore par son peu de dureté : ce marbre est donc évidemment de seconde formation. On le tire encore aujourd'hui des grandes grottes ou cavernes qui se trouvent sous la montagne que les anciens ont nommée *Marpesia*. Pline dit qu'ils donnoient à ce marbre l'épithète de *lychnites*, parce que les ouvriers le travailloient sous terre à la lumière de flambeaux. Dapper, dans sa *Description des îles de l'Archipel*, rapporte que dans cette montagne *Marpesia* il y a des cavernes extraordinairement profondes, où la lumière du jour ne peut pénétrer, et que le grand-seigneur, ainsi que les grands de la Porte, n'emploient pas d'autre marbre que celui qu'on en tire, pour décorer leurs plus somptueux bâtimens.

Il y a dans l'île de *Thasos*, aujourd'hui *Tasso*, quelques montagnes dont les rochers sont d'un marbre fort blanc, et d'autres rochers d'un marbre tacheté et parsemé de veines d'un beau jaune. Ce marbre étoit en grande estime chez les Romains, comme il l'est encore dans tous les pays voisins de cette île.

En Espagne, comme en Italie et en Grèce, il y a des collines et même des montagnes entières de marbre blanc. On en tire aussi dans les Pyrénées, du côté de Bayonne, qui est semblable au marbre de Carrare, à l'exception de son grain, qui est plus gros, et qui lui donne beaucoup plus de rapport au marbre blanc de Paros : mais il est encore plus tendre que ce dernier, et sa couleur blanche est sujette à prendre une teinte jaunâtre. Il se trouve aussi dans les mêmes montagnes un autre marbre d'un vert-brun, taché de rouge.

M. Bowles donne, dans les termes suivans, la description de la montagne de *Filabres*, près d'Almeria, qui est toute entière de marbre blanc. « Pour se former, dit-il, une juste idée de cette « montagne, il faut se figurer un bloc ou une pièce de marbre « blanc d'une lieue de circuit, et de deux mille pieds de hauteur, « sans aucun mélange d'autres pierres ni terre; le sommet est

« presque plat, et on découvre en différens endroits le marbre, « sans que les vents, les eaux, ni les autres agens qui décomposent les rochers les plus durs, y fassent la moindre impression... « Il y a un côté de cette montagne coupé presque à plomb, et « qui, depuis le vallon, paroît comme une énorme muraille « de plus de mille pieds de hauteur, toute d'une seule pièce so« lide de marbre, avec si peu de fentes, et si petites, que la « plus grande n'a pas six pieds de long, ni plus d'une ligne de « large. »

On trouve, aux environs de Molina, du marbre couleur de chair et blanc; et à un quart de lieue du même endroit, il y a une colline de marbre rougeâtre, jaune et blanc, qui a le grain comme le marbre de Carrare.

La carrière de marbre de Naquera, à trois lieues de Valence, n'est pas en masses épaisses; ce marbre est d'un rouge obscur, orné de veines capillaires noires qui lui donnent une grande beauté. Quoiqu'on le tire à fleur de terre, et que ses couches ne soient pas profondes, il est assez dur pour en faire des tables épaisses et solides, qui reçoivent un beau poli.

On trouve à Guipuscoa en Navarre, et dans la province de Barcelonne, un marbre semblable au sérancolin.

En Asie, il y a certainement encore beaucoup plus de marbres qu'en Europe: mais ils sont peu connus. et peut-être la plupart ne sont pas découverts. Le docteur Shaw parle du marbre herborisé du mont Sinaï, et du marbre rougeâtre qui se tire aux environs de la mer Rouge. Chardin assure qu'il y a de plusieurs sortes de marbres en Perse, du blanc, du noir, du rouge, et du marbré de blanc et de rouge.

A la Chine, disent les voyageurs, le marbre est si commun, que plusieurs ponts en sont bâtis; on y voit aussi nombre d'édifices où le marbre blanc est employé, et c'est surtout dans la province de *Schantong* qu'on en trouve en quantité : mais on prétend que les Chinois n'ont pas les arts nécessaires pour travailler le marbre aussi parfaitement qu'on le fait en Europe. Il se trouve, à douze ou quinze lieues de Pékin, des carrières de marbre blanc, dont on tire des masses d'une grandeur énorme, et dont on voit de très-hautes et de très-grosses colonnes dans quelques cours du palais de l'empereur.

Il y a aussi à Siam, selon la Loubère, une carrière de beau marbre blanc; et comme ce marbre blanc est plus remarquable que les marbres de couleurs, les voyageurs n'ont guère parlé de ces derniers, qui doivent être encore plus communs dans les pays

qu'ils ont parcourus. Ils en ont reconnu quelques-uns en Afrique, et le marbre africain étoit très-estimé des Romains; mais le docteur Shaw, qui a visité les côtes d'Alger, de Tunis et de l'ancienne Carthage en observateur exact, et qui a recherché les carrières de ces anciens marbres, assure qu'elles sont absolument perdues, et que le plus beau marbre qu'il ait pu trouver dans tout le pays, n'étoit qu'une pierre assez semblable à la pierre de Lewington en Angleterre. Cependant Marmol parle d'un marbre blanc qui se trouve dans la montagne d'Hentèle, l'une des plus hautes de l'Atlas; et l'on voit dans la ville de Maroc de grands piliers et des bassins d'un marbre blanc fort fin, dont les carrières sont voisines de cette ville.

Dans le nouveau monde, on trouve aussi du marbre en plusieurs endroits. M. Guettard parle d'un marbre blanc et rouge qui se tire près du *portage talon* de la *petite rivière* au Canada, et qui prend un très-beau poli, quoiqu'il soit parsemé d'un grand nombre de points de plomb qui pourroient faire prendre ce marbre pour une mine de plomb.

Plusieurs voyageurs ont parlé des marbres du diocèse de la Paz au Pérou, dont il y a des carrières de diverses couleurs. Alphonse Barba cite le pays d'*Atacama*, et dit qu'on y trouve des marbres de diverses couleurs et d'un grand éclat. « Dans la ville impériale « de Potosi il y avoit, dit-il, un grand morceau de ce marbre, « taillé en forme de table de six palmes et six doigts de longueur, « cinq palmes et six doigts de large, et deux doigts d'épaisseur. « Ce grand morceau représentoit une espèce de treillage ou ja- « lousie, formé d'un beau mélange de couleurs très-vives en « rouge clair, brun, noir, jaune, vert et blanc.... A une lieue des « mines de *Verenguela*, il y a d'autres marbres qui ne sont pas « inférieurs à ceux d'Atacama pour le lustre, sans avoir néanmoins « les mêmes variétés de couleurs; car ils sont blancs et transparens « en quelques endroits comme l'albâtre. »

A la vue de cette énumération que nous venons de faire de tous les marbres des différens pays, on pourroit croire que, dans la Nature, les marbres de seconde formation sont bien plus communs que les autres, parce qu'à peine s'en trouve-t-il deux ou trois dans lesquels il soit dit qu'on ait vu des impressions de coquilles; mais ce silence sur les marbres de première formation ne vient que de ce qu'ils ont été moins recherchés que les seconds, parce que ceux-ci sont en effet plus beaux, d'un grain plus fin, de couleurs plus décidées, et qu'ils peuvent se tirer en volume bien plus grand et se travailler plus aisément. Ces avantages ont fait

que, dans tous les temps, on s'est attaché à exploiter ces carrières de seconde formation de préférence à celles des premiers marbres dont les bancs horizontaux sont toujours surmontés de plusieurs autres bancs de pierre qu'il faut fouiller et débiter auparavant, tandis que la plupart des marbres de seconde formation se trouvent, comme les albâtres, ou dans des cavernes souterraines ou dans des lieux découverts et plus bas que ceux où sont situés les anciens marbres ; car, quand il se trouve des marbres de seconde formation jusqu'au-dessus des collines, comme dans l'exemple de la montagne de marbre blanc cité par M. Bowles, il faut seulement en conclure que jadis ce sommet de colline n'étoit que le fond d'une caverne dans laquelle ce marbre s'est formé, et que l'ancien sommet étoit plus élevé et recouvert de plusieurs bancs de pierre ou de marbre qui ont été détruits après la formation du nouveau marbre. Nous avons cité un exemple à peu près pareil au sujet des bancs de pierres calcaires dures qui se trouvent quelquefois au sommet des collines [1].

Dans les marbres anciens, il n'y a que de la matière pierreuse en masse continue ou en morceaux séparés, avec du spath en veines ou en cristaux et des impressions de coquilles; ils ne contiennent d'autres substances hétérogènes que celles qui leur ont donné des couleurs, ce qui ne fait qu'une quantité infiniment petite relativement à celle de leur masse; en sorte qu'on peut regarder ces premiers marbres, quoique colorés, comme entièrement composés de matières calcaires : aussi donnent-ils de la chaux qui est ordinairement grise, et qui, quoique colorée, est aussi bonne et même meilleure que celle de la pierre commune. Mais, dans les marbres de seconde formation, il y a souvent plus ou moins de mélange d'argile ou de terre limoneuse avec la matière calcaire [2]. On reconnoîtra, par l'épreuve de la calcination, la quantité plus ou moins grande de ces deux substances hétérogènes; car si les marbres contiennent seulement autant d'argile qu'en contient la marne, ils ne feront que de la mauvaise chaux :

---

[1] Voyez ci-devant l'article de la *Pierre calcaire*.

[2] Les veines vertes qui se rencontrent dans le marbre Campan, sont dues, selon M. Bayen, à une matière schisteuse. Il en est de même de celles qui se trouvent dans le marbre cipollin ; et par les expériences qu'il a faites sur ce dernier marbre, il a reconnu que les veines blanches contenoient aussi une petite portion de quars.

La matière verte d'un autre morceau de cipollin, soumis à l'expérience, étoit une sorte de mica qui, selon M. Daubenton, étoit le vrai *talcite*.

Un morceau de vert antique, soumis de même à l'expérience, a fourni une matière talqueuse.

et s'ils sont composés de plus d'argile, de limon, de lave, ou d'autres substances vitreuses, que de matière calcaire, ils ne se convertiront point en chaux, ils résisteront à l'action des acides; et, n'étant marbres qu'en partie, on doit, comme je l'ai dit, les rejeter de la liste des vrais marbres, et les placer dans celle des pierres mi-parties et composées de substances différentes.

Or, l'on ne doit pas être étonné qu'il se trouve de ces mélanges dans les marbres de seconde formation. A la vérité, ceux qui auront été produits précisément de la même matière que les albâtres dans des cavernes uniquement surmontées de pierres calcaires ou de marbres, ne contiendront de même que des substances pierreuses et spathiques, et ne différeront des albâtres qu'en ce qu'ils seront plus denses et plus uniformément remplis de ces mêmes sucs pierreux : mais ceux qui se seront formés, soit au-dessous des collines d'argile surmontées de rochers calcaires, soit dans des cavités au-dessus desquelles il se trouve des matières mélangées, des marnes, des tuffaux, des pierres argileuses, des grès ou bien des laves et d'autres matières volcaniques, seront tous également mêlés de ces différentes matières; car ici la Nature passe, non pas par degrés et nuances d'une même matière, mais par doses différentes de mélange, du marbre et de la pierre calcaire la plus pure à la pierre argileuse et au schiste.

Mais, en renvoyant à un article particulier les pierres mi-parties et composées de matière vitreuse et de substance calcaire, nous pouvons joindre aux marbres brèches, une grande partie des pierres appelées *poudingues*, qui sont formées de morceaux arrondis et liés ensemble par un ciment qui, comme dans les marbres brèches, fait le fonds de ces sortes de pierres. Lorsque les morceaux arrondis sont de marbre ou de pierre calcaire, et que le ciment est de cette même nature, il n'est pas douteux que ces poudingues entièrement calcaires ne soient des espèces de marbres brèches; car ils n'en diffèrent que par quelques caractères accidentels, comme de ne se trouver qu'en plus petits volumes et en masses assez irrégulières, d'être plus ou moins durs ou susceptibles de poli, d'être moins homogènes dans leur composition, etc.

Un échantillon de marbre rouge appelé *griotte* a fourni à M. Bayen du schiste couleur de lie de vin.

Un échantillon envoyé d'Autun, sous le nom de *marbre noir antique*, avoit de la disposition à se séparer par couches, et son grain n'avoit aucun rapport avec celui des marbres proprement dits ; M. Bayen a reconnu que ce marbre répandoit une forte odeur bitumineuse, et qu'il seroit bien placé avec les bitumes, où du moins avec les schistes bitumineux.

mais étant au reste formés de même et entièrement composés de matière calcaire, on ne doit pas les séparer des marbres brèches, pourvu toutefois qu'ils aient à un certain degré la qualité qu'on exige de tous les marbres, c'est-à-dire, qu'ils soient susceptibles de poli.

Il n'en est pas de même des poudingues, dont les morceaux arrondis sont de la nature du silex ou du caillou, et dont le ciment est en même temps de matière vitreuse, tels que les cailloux de Rennes et d'Angleterre; ces poudingues sont, comme l'on voit, d'un autre genre, et doivent être réunis aux cailloux en petites masses, et souvent ils ne sont que des débris du quarz, du jaspe et du porphyre.

Nous avons dit que toutes les pierres arrondies et roulées par les eaux du Rhône, que M. de Réaumur prenoit pour de vrais cailloux, ne sont que des morceaux de pierre calcaire : je m'en suis assuré non-seulement par mes propres observations, mais encore par celles de plusieurs de mes correspondans. M. de Morveau, savant physicien, et mon très-digne ami, m'écrit, au sujet de ces prétendus cailloux, dans les termes suivans : « J'ai « observé, dit-il, que ces cailloux gris-noirs, veinés d'un beau « blanc, si communs aux bords du Rhône, qu'on a regardés « comme de vrais cailloux, ne sont que des pierres calcaires rou- « lées et arrondies par le frottement, qui toutes me paroissent « venir de Millery en Suisse, seul endroit que je connoisse où « il y ait une carrière analogue; de sorte que les masses de ces « pierres, qui couvrent plus de quarante lieues de pays, sont « des preuves non équivoques d'un immense transport par les « eaux [1] » Il est certain que des eaux aussi rapides que celles du Rhône peuvent transporter d'assez grosses masses de pierres à de très-grandes distances; mais l'origine de ces pierres arrondies me paroît bien plus ancienne que l'action du courant des fleuves et des rivières, puisqu'il y a des montagnes presque entièrement composées de ces pierres arrondies, qui n'ont pu y être accumulées que par les eaux de la mer : nous en avons déjà donné quelques exemples. M. Guettard rapporte « qu'entre Saint-Chaumont en « Lyonnois et Rives-de-Gier, les rochers sont entièrement com- « posés de *cailloux* roulés..... que les lits des montagnes ne sont « faits eux-mêmes que de ces amas de cailloux entassés..... que « le chemin qui est au bas des montagnes est également rempli

---

[1] Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.

« de ces cailloux roulés...... qu'on en retrouve après Bourgnais;
« qu'on n'y voit que de ces pierres dans les chemins, de même
« que dans les campagnes voisines et dans les coupes des fossés.....
« qu'ils ressemblent à ceux qui sont roulés par le Rhône..... que
« des coupes de montagnes assez hautes, telles que celles qui sont
« à la porte de Lyon, en font voir abondamment; qu'ils sont
« au-dessous d'un lit qu'on prendroit pour un sable marneux.....
« que le chemin qui conduit de Lyon à Saint-Germain est éga-
« lement rempli de ces cailloux; qu'avant d'arriver à Fontaine,
« on passe une montagne qui en est composée; que ces cailloux
« sont de la grosseur d'une noix, d'un melon, et de plusieurs
« autres dimensions entre ces deux-ci; qu'on en voit des masses
« qui forment de mauvais poudingues.... que ces cailloux rou-
« lés se voient aussi le long du chemin qui est sur le bord de la
« Saône; que les montagnes en sont presque entièrement for-
« mées, et qu'elles renferment des poudingues semblables à ceux
« qui sont de l'autre côté de la rivière. »

M. de la Galissonnière, cité par M. Guettard, dit « qu'en sor-
« tant de Lyon, à la droite du Rhône, on rencontre des poudin-
« gues; qu'on trouve dans quelques endroits du Languedoc, de
« ces mêmes pierres; que tous les bords du Rhône en Dauphiné
« en sont garnis, et même à une très-grande élévation au-dessus
« de son lit, et que tout le terrain est rempli de ces cailloux rou-
« lés, mais qui me paroissent, ajoute M. de la Galissonnière,
« plutôt pierres noires calcaires que de vrais cailloux ou silex:
« ils forment dans plusieurs endroits des poudingues. Le plus
« grand nombre sont noirs: mais il y en a aussi de jaunes, de
« rougeâtres, et très-peu de blancs. »

M. Guettard fait encore mention de plusieurs autres endroits où il a vu de ces cailloux roulés, et des poudingues formés, par leur assemblage, en assez grosses masses.

« Après avoir passé Luzarches et la Morlaix, on monte, dit-
« il, une montagne dont les pierres sont blanches, calcaires, rem-
« plies de pierres *numismales*, de peignes et de différentes autres
« coquilles mal conservées, et d'un si grand nombre de cailloux
« roulés, petits et de moyenne grosseur, qu'on pourroit regar-
« der ces rochers comme des poudingues coquilliers. En suivant
« cette grande route, on retrouve les cailloux roulés à Creil, à
« Fitz-James, et dans un endroit appelé *la Folie*. Ils ne dif-
« fèrent pas essentiellement de ceux qui se présentent dans les
« cantons précédens, ni par leur grosseur, ni par leur couleur,
« qui est communément noirâtre. Cette couche noire est celle

« que j'ai principalement remarquée dans les cailloux roulés que « j'ai observés parmi les sables des deux endroits bien éloignés « de ces derniers. Ces sables sont entre Andreville et Épernon. »

Les cailloux roulés qui se trouvent dans les plaines de la Crau d'Arles, sont aussi des pierres calcaires de couleur bleuâtre. On voit de même sur les bords et dans le lit de la rivière Necker, près de Cronstadt en Allemagne, des masses considérables de poudingues formés de morceaux calcaires, arrondis, blancs, gris-roussâtres, etc. Il se trouve des masses semblables de ces galets réunis sur les montagnes voisines, et jusqu'à leur sommet, d'où ils sont sans doute roulé dans les plaines et dans le lit des rivières.

On peut regarder le marbre appelé *brèche antique* comme un poudingue calcaire, composé de gros morceaux arrondis bien distincts, les uns blancs, bleus, rouges, et les autres noirs; ce qui rend cette brèche très-belle par ses variétés de couleurs. La brèche d'Alep est de même composée, comme la brèche antique, de morceaux arrondis, dont la couleur est isabelle. La brèche de Saravezze ou Saravèche présente des morceaux arrondis d'un bien plus grand diamètre, dont la plupart tirent sur la couleur violette, et dont les autres sont blancs ou jaunâtres. Dans la brèche violette commune, il y a des morceaux arrondis assez gros, et d'autres bien plus petits; la plupart sont blancs, et les autres d'un violet foible.

Tous les poudingues calcaires sont donc des espèces de brèches, et on ne les en auroit pas séparés si d'ordinaire ils ne se fussent pas trouvés différens des brèches par leur ciment, qui est moins dur, et qui ne peut recevoir le poli. Il ne manque donc à ces poudingues calcaires qu'un degré de pétrification de plus pour être entièrement semblables aux plus beaux marbres brèches, de la même manière que dans les poudingues composés de vrais cailloux vitreux arrondis, il ne manque qu'un degré de pétrification dans leur ciment pour en faire des matières aussi dures que les porphyres ou les jaspes.

DU PLATRE ET DU GYPSE.

Le plâtre et le gypse sont des matières calcaires, mais imprégnées d'une assez grande quantité d'acide vitriolique pour que ce même acide, et même tous les autres, n'y fassent plus d'impression. Cet

acide vitriolique est seul dans le gypse; mais il est combiné dans le plâtre avec d'autres acides : et, pour que les noms ne fassent pas ici confusion, j'avertis que j'appelle *gypse* ce que les nomenclateurs ont nommé *sélénite*, par le rapport très-éloigné qu'ont les reflets de la lumière sur le gypse avec la lumière de la lune.

Ces deux substances, le gypse et le plâtre, qui sont au fond les mêmes, ne sont jamais bien dures; souvent elles sont friables, et toujours elles se calcinent à un degré de chaleur moindre que celui du feu nécessaire pour convertir la pierre calcaire en chaux. On les broie après la calcination; et, en les détrempant alors avec de l'eau, on en fait une pâte ductile qui reçoit toutes sortes de formes, qui sèche en assez peu de temps, se durcit en se séchant, et prend une consistance aussi ferme que celle des pierres tendres ou de la craie dure.

Le gypse et le plâtre calcinés forment, comme la chaux vive, une espèce de crème à la surface de l'eau; et l'on observe que, quoiqu'ils refusent de s'unir avec les acides, ils s'imbibent facilement de toutes les substances grasses. Pline dit que cette dernière propriété des gypses étoit si bien connue, qu'on s'en servoit pour dégraisser les laines. C'est aussi en polissant les plâtres à l'huile qu'on leur donne un lustre presque aussi brillant que celui d'un beau marbre.

L'acide qui domine dans tous les plâtres est l'acide vitriolique; et si cet acide étoit seul dans toutes ces matières, comme il l'est dans le gypse, on seroit en droit de dire que le gypse et le plâtre ne sont absolument qu'une seule et même chose : mais l'on verra par quelques expériences rapportées ci-après, que le plâtre contient non-seulement de l'acide vitriolique, mais aussi des acides nitreux et marins, et que par conséquent on ne doit pas regarder le gypse et le plâtre comme des substances dont l'essence soit absolument la même. Je ne fais cette réflexion qu'en conséquence de ce que nos chimistes disent, « que le plâtre ou gypse n'est qu'un « sel vitriolique à base de terre calcaire, c'est-à-dire, une vraie « sélénite. » Il me semble qu'on peut donc distinguer l'un de l'autre en disant que le gypse n'est en effet imprégné que de l'acide vitriolique, tandis que le plâtre contient non-seulement l'acide vitriolique avec la base calcaire, mais encore une portion d'acides nitreux et marins. D'ailleurs le prétendu gypse fait artificiellement en mêlant de l'acide vitriolique avec une terre calcaire, ne ressemble pas assez au gypse ou au plâtre produit par la Nature, pour qu'on puisse dire que c'est une seule et même chose. M. Pott avoue même que ces deux produits de l'art et de la Nature ont

des différences sensibles; mais, avant de prononcer affirmativement sur le nombre et la qualité des élémens dont le plâtre est composé après la calcination, il faut d'abord le voir et l'examiner dans son état de nature.

Les plâtres sont disposés, comme les pierres calcaires, par lits horizontaux; mais tout concourt à prouver que leur formation est postérieure à celle de ces pierres. 1°. Les masses ou couches de plâtre surmontent généralement les bancs calcaires, et n'en sont jamais surmontées; ces plâtres ne sont recouverts que de couches plus ou moins épaisses d'argile ou de marne amoncelées et souvent mélangées de terre limoneuse. 2°. La substance du plâtre n'est évidemment qu'une poudre détachée des masses calcaires anciennes, puisque le plâtre ne contient point de coquilles, et qu'on y trouve, comme nous le verrons, des ossemens d'animaux terrestres; ce qui suppose une formation postérieure à celle des bancs calcaires. 3°. Cette épaisseur d'argile dont on voit encore la plupart des carrières de plâtre surmontées, semble être la source d'où l'acide a découlé pour imprégner les plâtres; en sorte que la formation des masses plâtreuses paroît tenir à la circonstance de ces dépôts d'argile rapportés sur les débris des matières calcaires, telles que les craies, qui dès-lors ont reçu par stillation les acides, et surtout l'acide vitriolique, plus abondant qu'aucun autre dans les argiles; ce qui n'empêche pas que, lors de sa formation, le plâtre n'ait aussi reçu d'autres principes salins dont l'eau de la mer étoit imprégnée; et c'est en quoi le plâtre diffère du gypse, dans lequel l'acide vitriolique est seul combiné avec la terre calcaire.

Mais, de quelque part que viennent les acides contenus dans le plâtre, il est certain que le fonds de sa substance n'est qu'une poussière calcaire, qui ne diffère de la craie qu'en ce qu'elle est fortement imprégnée de ces mêmes acides; et ce mélange d'acides dans la matière calcaire suffit pour en changer la nature, et pour donner aux stalactites qui se forment dans le plâtre, des propriétés et des formes toutes différentes de celles des spaths et autres concrétions calcaires. Les parties intégrantes du gypse, vues à la loupe, paroissent être tantôt des prismes engrenés les uns dans les autres, tantôt de longues lames avec des fibres uniformes en filamens allongés, comme dans l'alun de plume, auquel l'acide donne aussi cette forme, mais dans une matière bien différente, puisque la base de l'alun est argileuse, au lieu que celle de tout plâtre est calcaire.

La plupart des auteurs ont employé sans distinction le nom de *gypse* et celui de *plâtre* pour signifier la même chose : mais, pour

éviter une seconde confusion de noms, nous n'appellerons *plâtre* que celui qui est opaque, et que l'on trouve en grands bancs comme la pierre calcaire, d'autant que le nom de *gypse* n'est connu ni dans le commerce, ni par les ouvriers, qui nomment *plâtre* toute matière gypseuse et opaque; nous n'appliquerons donc le nom de *gypse* qu'à ce que l'on appeloit *sélénite*, c'est-à-dire, à ces morceaux transparens, et toujours de figure régulière, que l'on trouve dans toutes les carrières plâtreuses.

Le plâtre ressemble, dans son état de nature, à la pierre calcaire tendre; il est de même opaque et si friable, qu'il ne peut recevoir le moindre poli. Le gypse, au contraire, est transparent dans toute son épaisseur; sa surface est luisante et colorée de jaunâtre, de verdâtre, et quelquefois elle est d'un blanc clair. Les dénominations de *pierre spéculaire* ou de *miroir d'âne*, que le vulgaire, avec quelques autres nomenclateurs, ont données à cette matière cristallisée, n'étant fondées que sur des rapports équivoques ou ridicules, nous préférons avec raison le nom de *gypse*; car le talc, aussi bien que le gypse, pourroit être appelé *pierre spéculaire*, puisque tous deux sont transparens, et la dénomination de *miroir à âne*, ou *miroir d'âne*, n'auroit jamais dû sortir de la plume de nos docteurs.

Le gypse est transparent, et s'exfolie, comme le talc, en lames étendues et minces; il perd de même sa transparence au feu : mais il en diffère même à l'extérieur, en ce que le talc est plus doux et comme onctueux au toucher : il en diffère aussi par sa cassure spathique et chatoyante; il est calcinable, et le talc ne l'est pas : le plus petit degré de feu rend opaque le gypse le plus transparent, et il prend, par la calcination, plus de blancheur que l'autre plâtre.

De quelque forme que soient les gypses, ce sont toujours des stalactites du plâtre qu'on peut comparer aux spaths des matières calcaires. Ces stalactites gypseuses sont composées ou de grandes lames appliquées les unes contre les autres, ou de simples filets posés verticalement les uns sur les autres, ou enfin de grains à facettes irrégulières, réunis latéralement les uns auprès des autres; mais toutes ces stalactites gypseuses sont transparentes, et par conséquent plus pures que les stalactites communes de la pierre calcaire[1] : et quand je réduis à ces trois formes de lames, de filets

[1] M. Sage, savant chimiste de l'Académie des sciences, distingue neuf espèces de matières plâtreuses : 1°. la terre gypseuse, blanche et friable comme la craie, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne fait point effervescence avec les acides; 2°. l'albâtre gypseux, qui est susceptible de poli, et qui est ordinairement demi-

et de grains, les cristallisations gypseuses, c'est seulement parce qu'elles se trouvent le plus communément; car je ne prétends pas exclure les autres formes qui ont été ou qui seront remarquées par les observateurs, puisqu'ils trouveront en ce genre, comme je l'ai moi-même observé dans les spaths calcaires, des variétés presque innombrables dans la figure de ces cristallisations, et qu'en général la forme de cristallisation n'est pas un caractère constant, mais plus équivoque et plus variable qu'aucun autre des caractères par lesquels on doit distinguer les minéraux.

Nous pensons qu'on peut réduire à trois classes principales les stalactites transparentes de tous les genres : 1°. les cristaux quarzeux ou cristaux de roche, qui sont les stalactites du genre vitreux, et sont en même temps les plus dures et les plus diaphanes; 2°. les spaths, qui sont les stalactites des matières calcaires, et qui ne sont pas, à beaucoup près, aussi durs que les cristaux vitreux; 3°. les gypses, qui sont les stalactites des matières plâtreuses, et qui sont les plus tendres de toutes. Le degré de feu qui est nécessaire pour faire perdre la transparence à toutes ces stalactites, paroît proportionnel à leur dureté : il ne faut qu'une chaleur très-médiocre pour blanchir le gypse et le rendre opaque; il en faut une plus grande pour blanchir le spath et le réduire en chaux; et enfin le feu le plus violent de nos fourneaux ne fait que très-peu d'impression sur le cristal de roche, et ne le rend pas opaque. Or la transparence provient en partie de l'homogénéité de toutes les parties constituantes du corps transparent; et sa dureté dépend du rapprochement de ces mêmes parties, et de leur cohésion plus ou moins grande : selon que ces parties intégrantes seront elles-mêmes plus solides, et à mesure qu'elles seront plus rapprochées les unes des autres par la force de leur affinité, le corps transparent sera plus dur. Il n'est donc pas nécessaire d'imaginer, comme l'ont fait

---

transparent ; 3°. la pierre à plâtre, qui n'est point susceptible de poli ; 4°. le gypse ou sélénite cunéiforme, appelée aussi *pierre spéculaire*, *miroir d'âne*, et vulgairement *talc de Montmartre* ; 5°. le gypse ou sélénite rhomboïdale, dont il a trouvé des morceaux dans une argile rouge et grise de la montagne de Saint-Germain-en-Laie; 6°. le gypse ou sélénite prismatique décaèdre, dont il a vu des morceaux dans l'argile noire de Picardie; 7°. la sélénite basaltine en prismes hexaèdres dans une argile grise de Montmartre ; 8°. le gypse ou sélénite lenticulaire, dont les cristaux sont opaques ou demi-transparens, et forment des groupes composés de petites masses orbiculaires renflées dans le milieu, amincies vers les bords; 9°. enfin le gypse ou sélénite striée, composée de fibres blanches, opaques et parallèles, ordinairement brillante et satinée : on la trouve en Franche-Comté, à la Chine, en Sibérie, et on lui donne communément le nom de *gypse de la Chine*.

les chimistes, une *eau de cristallisation*, et de dire que cette eau produit la cohésion et la transparence, et que la chaleur la faisant évaporer, le corps transparent devient opaque et perd sa cohérence par cette *soustraction* de son eau de cristallisation : il suffit de penser que la chaleur dilatant tous les corps, un feu médiocre suffit pour briser les foibles liens des corps tendres, et qu'avec un feu plus puissant on vient à bout de séparer les parties intégrantes des corps les plus durs; qu'enfin ces parties séparées et tirées hors de leur sphère d'affinité ne pouvant plus se réunir, le corps transparent est, pour ainsi dire, désorganisé, et perd sa transparence, parce que toutes ses parties sont alors situées d'une manière différente de ce qu'elles l'étoient auparavant.

Il y a des plâtres de plusieurs couleurs. Le plâtre le plus blanc est aussi le plus pur, et celui qu'on emploie le plus communément dans les enduits pour couvrir le plâtre gris, qui feroit un mauvais effet à l'œil, et qui est ordinairement plus grossier que le blanc. On connoît aussi des plâtres rougeâtres, jaunâtres, ou variés de ces couleurs; elles sont toutes produites par les matières ferrugineuses et minérales dont l'eau se charge en passant à travers les couches de la terre végétale; mais ces couleurs ne sont pas, dans les plâtres, aussi fixes que dans les marbres; au lieu de devenir plus foncées et plus intenses par l'action du feu, comme il arrive dans les marbres chauffés, elles s'effacent au contraire dans les plâtres au même degré de chaleur, en sorte que tous les plâtres, après la calcination, sont dénués de couleurs, et paroissent seulement plus ou moins blancs. Si l'on expose à l'action du feu le gypse composé de grandes lames minces, on voit ces lames se désunir et se séparer les unes des autres; on les voit en même temps blanchir et perdre toute leur transparence. Il en est de même du gypse en filets ou en grains; la différente figure de ces stalactites gypseuses n'en change ni la nature ni les propriétés.

Les bancs de plâtre ont été, comme ceux des pierres calcaires, déposés par les eaux en couches parallèles, séparées par lits horizontaux; mais, en se desséchant, il s'est formé dans tout l'intérieur de leur masse un nombre infini de fentes perpendiculaires qui la divisent en colonnes à plusieurs pans. M. Desmarest a observé cette figuration dans les bancs de plâtre à Montmartre; ils sont entièrement composés de prismes posés verticalement les uns contre les autres, et ce savant académicien les compare aux prismes de basalte, et croit que c'est par la retraite de la matière que cette figuration a été produite; mais je pense au contraire, comme je l'ai déjà dit, que toute matière ramollie par le feu ou par l'eau ne

peut prendre cette figuration en se desséchant, que par son renflement et non par sa retraite, et que ce n'est que par la compression réciproque que ces prismes peuvent s'être formés et appliqués verticalement les uns contre les autres. Les basaltes se renflent par l'action du feu qu'ils contiennent, et l'on sait que le plâtre en se séchant, au lieu de faire retraite, prend de l'extension; et c'est par cette extension de volume et par ce renflement réciproque et forcé que les différentes parties de sa masse prennent cette figure prismatique à plus ou moins de faces, suivant la résistance plus ou moins grande de la matière environnante.

Le plâtre semble différer de toutes les autres matières par la propriété qu'il a de prendre très-promptement de la solidité, après avoir été calciné, réduit en poudre et détrempé avec de l'eau; il acquiert même tout aussi promptement, et sans addition d'aucun sable ni ciment, un degré de dureté égal à celui du meilleur mortier fait de sable et de chaux : il prend corps de lui-même, et devient aussi solide que la craie la plus dure ou la pierre tendre; il se moule parfaitement, parce qu'il se renfle en se desséchant : enfin il peut recevoir une sorte de poli, qui, sans être brillant, ne laisse pas d'avoir un certain lustre.

La grande quantité d'acides dont la matière calcaire est imprégnée dans tous les plâtres, et même saturée, ne fait en somme qu'une très-petite addition de substance; car elle n'augmente sensiblement ni le volume ni la masse de cette même matière calcaire : le poids du plâtre est à peu près égal à celui de la pierre blanche dont on fait de la chaux; mais ces dernières pierres perdent plus du tiers et quelquefois moitié de leur pesanteur en se convertissant en chaux, au lieu que le plâtre ne perd qu'environ un quart par la calcination [1]. De même il faut une quantité plus que double

[1] J'ai mis dans le foyer d'une forge un morceau de plâtre du poids de deux livres; et après lui avoir fait éprouver une chaleur de la plus grande violence pendant l'espace de près de huit heures, lorsque je l'en ai tiré il ne pesoit plus que vingt-quatre onces trois gros : il m'a paru qu'il avoit beaucoup diminué de volume; sa couleur étoit devenue jaunâtre; il étoit beaucoup plus dur qu'auparavant, surtout à sa surface; il n'avoit ni odeur, ni goût, et l'eau-forte n'y a fait aucune impression. Après l'avoir broyé avec peine, je l'ai détrempé dans une suffisante quantité d'eau; mais il ne s'en est pas plus imbibé que si c'eût été du verre en poudre, et il n'a acquis ensuite ni dureté ni cohésion. J'ai répété encore cette expérience de la manière suivante. J'ai fait calciner un morceau de plâtre dans un fourneau à chaux, et au degré de chaleur nécessaire pour la calcination de la pierre; après l'avoir retiré du fourneau, j'ai observé que sa superficie s'étoit durcie et étoit devenue jaunâtre; mais ce qui m'a surpris, c'est que ce plâtre exhaloit une odeur de soufre extrêmement pénétrante; l'ayant cassé, je l'ai trouvé plus tendre à l'intérieur que lorsqu'il a été cuit à la manière ordinaire; et au lieu d'être

d'eau pour fondre une quantité donnée de chaux, tandis qu'il ne faut qu'une quantité égale d'eau pour détremper le plâtre calciné, c'est-à-dire, plus de deux livres d'eau pour une livre de chaux vive, et une livre d'eau seulement pour une livre de plâtre calciné.

Une propriété commune à ces deux matières, c'est-à-dire, à la chaux et au plâtre calciné, c'est que toutes deux, exposées à l'air après la calcination, tombent en poussière et perdent la plus utile de leurs propriétés : on ne peut plus les employer dans cet état. La chaux, lorsqu'elle est ainsi décomposée par l'humidité de l'air,

---

blanc, il étoit d'un bleu clair. J'ai remis encore une partie de ce morceau de plâtre dans un fourneau de la même espèce : sa superficie y a acquis beaucoup plus de dureté ; l'intérieur étoit aussi beaucoup plus dur qu'auparavant ; le feu avoit enlevé sa couleur bleue, et l'odeur de soufre se faisoit sentir beaucoup moins : celui qui n'avoit éprouvé que la première calcination, s'est réduit facilement en poudre ; l'autre, au contraire, étoit parsemé de grains très-durs, qu'il falloit casser à coups de marteau. Ayant détrempé ces deux morceaux de plâtre pulvérisés dans de l'eau pour essayer d'en former une pâte, le premier a exhalé une odeur de soufre si forte et si pénétrante, que j'avois peine à la supporter ; mais je ne me suis pas aperçu que le mélange de l'eau ait rendu l'odeur du second plus sensible ; et ils n'ont acquis l'un et l'autre, en se desséchant, ni dureté, ni cohésion.

J'ai fait calciner un autre morceau de plâtre du poids d'environ trois livres, au degré de chaleur qu'on fait ordinairement éprouver à cette pierre lorsqu'on veut l'employer : après avoir broyé ce plâtre, je l'ai détrempé dans douze pintes d'eau de fontaine, que j'ai fait bouillir pendant l'espace de deux heures dans des vaisseaux de terre vernissés : j'ai versé ensuite l'eau par inclination dans d'autres vaisseaux ; et après l'avoir filtrée, j'ai continué de la faire évaporer par ébullition : pendant l'évaporation, sa superficie s'est couverte d'une pellicule formée de petites concrétions gypseuses, qui se précipitoient au fond du vaisseau lorsqu'elles avoient acquis un certain volume. La liqueur étant réduite à la quantité d'une bouteille, j'en ai séparé ces concrétions gypseuses, qui pesoient environ une once, et qui étoient blanches et demi-transparentes ; en ayant mis sur des charbons allumés, loin d'y acquérir une plus grande blancheur, comme il seroit arrivé au plâtre cru, elles y sont devenues presque aussitôt brunes. J'ai filtré la liqueur, qui étoit alors d'un jaune clair et d'un goût un peu lixiviel ; et l'ayant fait évaporer au feu de sable dans un grand bocal, il s'y est encore formé des concrétions gypseuses : lorsque la liqueur a été réduite à la quantité d'un verre, sa couleur m'a paru plus foncée ; et l'ayant goûtée, j'y ai démêlé une saveur acide et néanmoins salée ; je l'ai filtrée avant qu'elle ait été refroidie, et l'ayant mise dans un lieu frais, j'ai trouvé, le lendemain, au fond du vaisseau trente-six grains de nitre bien cristallisé, formé en aiguilles ou petites colonnes à six faces, qui s'est enflammé sur les charbons en fulminant comme le nitre le plus pur : j'ai fait ensuite évaporer, pendant quelques instans, le peu de liqueur qui me restoit, et j'en ai encore retiré la même quantité de matière saline, d'une espèce différente, à la vérité, de la première ; car c'étoit du sel marin, sans aucun mélange d'autres sels, qui étoit cristallisé en cubes, mais dont la face attachée au vaisseau avoit la forme du sommet d'une pyramide dont l'extrémité auroit été coupée : le reste de la liqueur s'est ensuite épaissi, et il ne s'y est formé aucuns cristaux salins.

J'ai fait calciner dans un fourneau à chaux un autre morceau de plâtre : il pesoit, après l'avoir calciné, dix onces ; sa superficie étoit devenue très-dure, et il exhaloit une forte odeur de soufre ; l'ayant cassé, l'intérieur s'est trouvé très-blanc,

ne fait plus d'ébullition dans l'eau, et ne s'y détrempe ou délaie que comme la craie; elle n'acquiert ensuite aucune consistance par le desséchement, et ne peut pas même reprendre par une seconde calcination, les qualités de la chaux vive : et de même le plâtre en poudre ne se durcit plus lorsqu'il a été éventé, c'est-à-dire, abandonné trop long-temps aux injures de l'air.

La chaux fondue n'acquiert pas à la longue, ni jamais par le simple desséchement, le même degré de consistance que le plâtre prend en très-peu de temps après avoir été, comme la pierre cal-

---

mais cependant parsemé de taches et de veines bleues, et l'odeur sulfureuse étoit encore plus pénétrante au-dedans qu'au-dehors. Après l'avoir broyé, j'ai versé quelques gouttes d'eau-forte sur une pincée de ce plâtre, et il a été sur-le-champ dissous avec beaucoup d'effervescence, quoique les esprits acides soient sans action sur le plâtre cru et sur celui qui n'a éprouvé qu'une chaleur modérée; j'en ai ensuite détrempé une once avec de l'eau : mais ce mélange ne s'est point échauffé d'une manière sensible, comme il seroit arrivé à la chaux; cependant il s'en est élevé des vapeurs sulfureuses extrêmement pénétrantes : ce plâtre a été long-temps à se sécher, et il n'a acquis ni dureté ni adhésion.

On sait, en général, que les corps qui sont imprégnés d'une grande quantité de sels et de soufre, sont ordinairement très-durs : telles sont les pyrites vitrioliques et plusieurs autres concrétions minérales. On observe de plus, que certains sels ont la propriété de s'imbiber d'une quantité d'eau très-considérable, et de faire paroître les liquides sous une forme sèche et solide. Si on fait dissoudre dans une quantité d'eau suffisante une livre de sel de Glauber, qu'on aura fait sécher auparavant à la chaleur du feu ou aux rayons du soleil, jusqu'à ce qu'il soit réduit en une poudre blanche, on retirera de cette dissolution environ trois livres de sel bien cristallisé; ce qui prouve que l'eau qu'il peut absorber est en proportion double de son poids : il se peut donc faire que la petite quantité de sel que le plâtre contient, contribue en quelque chose à sa cohésion; mais je suis persuadé que c'est principalement au soufre auquel il est uni, qu'on doit attribuer la cause du prompt desséchement et de la dureté qu'il acquiert, après avoir éprouvé l'effervescence, en comparaison de celle qu'acquiert la chaux vive jetée dans l'eau. Cette effervescence est cependant assez semblable et très-réelle, puisqu'il y a un mouvement intestin, chaleur sensible et augmentation de volume : or toute effervescence occasione une raréfaction, et même une génération d'air; et c'est par cette raison que le plâtre se renfle et qu'il pousse en tous sens, même après qu'il a été mis en œuvre : mais cet air produit par l'effervescence est bientôt absorbé et fixé de nouveau dans les substances qui abondent en soufre. En effet, selon M. Hales (*statique des végétaux*, expér. CIII), le soufre absorbe l'air, non-seulement lorsqu'il brûle, mais même lorsque les matières où il se trouve incorporé fermentent : il donne pour exemple des mèches faites de charpie de vieux linges trempés dans du soufre fondu et ensuite enflammé, qui absorbèrent cent quatre-vingt-dix-huit pouces cubiques d'air. On sait d'ailleurs que cet air ainsi fixé et qui a perdu son ressort, attire avec autant de force qu'il repousse dans son état d'élasticité : on peut donc croire que le ressort de l'air contenu dans le plâtre ayant été détruit, durant l'effervescence, par le soufre auquel il est uni, les parties constituantes de ce mixte s'attirent alors mutuellement, et se rapprochent asses pour lui donner la dureté et la densité que nous lui voyons prendre en aussi peu de temps. (*Note communiquée par M. Nadault.*)

caire, calciné par le feu et détrempé dans l'eau. Cette différence vient en grande partie de la manière dont on opère sur ces deux matières. Pour fondre la chaux, on la noie d'une grande quantité d'eau qu'elle saisit avidement; dès-lors elle fermente, s'échauffe et bout en exhalant une odeur forte et lixivielle. On détrempe le plâtre calciné avec une bien moindre quantité d'eau; il s'échauffe aussi, mais beaucoup moins, et il répand une odeur désagréable qui approche de celle du foie de soufre. Il se dégage donc de la pierre à chaux, comme de la pierre à plâtre, beaucoup d'air fixe, et quelques substances volatiles, pyriteuses, bitumineuses et salines, qui servent de liens à leurs parties constituantes, puisqu'étant enlevées par l'action du feu, leur cohérence est en grande partie détruite: et ne doit-on pas attribuer à ces mêmes substances volatiles fixées par l'eau, la cause de la consistance que reprennent le plâtre et les mortiers de chaux? En jetant de l'eau sur la chaux, on fixe les molécules volatiles auxquelles ses parties solides sont unies: tant que dure l'effervescence, ces molécules volatiles font effort pour s'échapper; mais lorsque toute effervescence a cessé, et que la chaux est entièrement saturée d'eau, on peut la conserver pendant plusieurs années, et même pendant des siècles, sans qu'elle se dénature, sans même qu'elle subisse aucune altération sensible. Or c'est dans cet état que l'on emploie le plus communément la chaux pour en faire du mortier; elle est donc imbibée d'une si grande quantité d'eau, qu'elle ne peut acquérir de la consistance qu'en perdant une partie de cette eau par la sécheresse des sables avec lesquels on la mêle; il faut même un très-long temps pour que ce mortier se sèche et se durcisse en perdant par une lente évaporation toute son eau superflue; mais, comme il ne faut au contraire qu'une petite quantité d'eau pour détremper le plâtre, et que s'il en étoit noyé comme la pierre à chaux, il ne se sécheroit ni ne durciroit pas plus tôt que le mortier, on saisit, pour l'employer, le moment où l'effervescence est encore sensible; et quoique cette effervescence soit bien plus foible que celle de la chaux bouillante, cependant elle n'est pas sans chaleur, et même cette chaleur dure pendant une heure ou deux: c'est alors que le plâtre exhale la plus grande partie de son odeur. Pris dans cet état et disposé par la main de l'ouvrier, le plâtre commence par se renfler, parce que ses parties spongieuses continuent de se gonfler de l'eau dans laquelle il a été détrempé; mais, peu de temps après, il se durcit par un desséchement entier. Ainsi l'effet de sa prompte cohésion dépend beaucoup de l'état où il se trouve au moment qu'on l'emploie; la preuve en est que le mortier fait

avec de la chaux vive se sèche et se durcit presque aussi promptement que le plâtre gâché, parce que la chaux est prise alors dans le même état d'effervescence que le plâtre. Cependant ce n'est qu'avec beaucoup de temps que ces mortiers faits avec la chaux, soit vive, soit éteinte, prennent leur entière solidité, au lieu que le plâtre prend toute la sienne dès le premier jour. Enfin cet endurcissement du plâtre, comme le dit très-bien M. Macquer, « peut venir du mélange de celles de ses parties qui ont pris un « caractère de *chaux vive* pendant la calcination, avec celles qui « n'ont pas pris un semblable caractère et qui servent de ciment. » Mais ce savant chimiste ajoute que cela peut venir aussi de ce que le plâtre reprend *l'eau de sa cristallisation, et se cristallise de nouveau précipitamment et confusément.* La première cause me paroît si simple et si vraie, que je suis surpris de l'alternative d'une seconde cause, dont on ne connoît pas même l'existence; car cette eau de cristallisation n'est, comme le phlogistique, qu'un être de méthode, et non de la Nature.

Les plâtres n'étant que des craies ou des poudres de pierres calcaires imprégnées et saturées d'acides, on trouve assez souvent des couches minces de plâtre entre les lits d'argile, comme l'on y trouve aussi de petites couches de pyrites et de pierres calcaires. Toutes ces petites couches sont de nouvelle formation, et proviennent également du dépôt de l'infiltration des eaux. Comme l'argile contient des pyrites et des acides, et qu'en même temps la terre végétale qui la couvre est mêlée de sable calcaire et de parties ferrugineuses, l'eau se charge de toutes ces particules calcaires, pyriteuses, acides et ferrugineuses, et les dépose ou séparément ou confusément entre les joints horizontaux et les petites fentes verticales des bancs ou lits d'argile. Lorsque l'eau n'est chargée que des molécules de sable calcaire pur, son sédiment forme une concrétion calcaire tendre, ou bien une pierre semblable à toutes les autres pierres de seconde formation ; mais quand l'eau se trouve à la fois chargée d'acides et de molécules calcaires, son sédiment sera du plâtre. Et ce n'est ordinairement qu'à une certaine profondeur dans l'argile que ces couches minces de plâtre sont situées, au lieu qu'on trouve les petites couches de pierres calcaires entre les premiers lits d'argile. Les pyrites se forment de même, soit dans la terre végétale, soit dans l'argile, par la substance du feu fixe réunie à la terre ferrugineuse et à l'acide. Au reste, M. Pott a eu tort de douter que le plâtre fût une matière calcaire, puisqu'il n'a rien de commun avec les matières argileuses que l'acide qu'il contient, et que sa base, ou, pour mieux dire, sa substance, est

entièrement calcaire, tandis que celle de l'argile est vitreuse.

Et de même que les sables vitreux se sont plus ou moins imprégnés des acides et du bitume des eaux de la mer en se convertissant en argile, les sables calcaires, par leur long séjour sous ces mêmes eaux, ont dû s'imprégner de ces mêmes acides, et former des plâtres, principalement dans les endroits où la mer étoit le plus chargée de sels : aussi les collines de plâtre, quoique toutes disposées par lits horizontaux, comme celles des pierres calcaires, ne forment pas des chaînes étendues, et ne se trouvent qu'en quelques endroits particuliers ; il y a même d'assez grandes contrées où il ne s'en trouve point du tout.

Les bancs des carrières à plâtre, quoique superposés horizontalement, ne suivent pas la loi progressive de dureté et de densité qui s'observe dans les bancs calcaires ; ceux de plâtre sont même souvent séparés par des lits interposés de marne, de limon, de glaise, et chaque banc plâtreux est, pour ainsi dire, de différente qualité, suivant la proportion de l'acide mêlé dans la substance calcaire. Il y a aussi beaucoup de plâtres imparfaits, parce que la matière calcaire est très-souvent mêlée avec quelque autre terre, en sorte qu'on trouve assez communément un banc de très-bon plâtre entre deux bancs de plâtre impur et mélangé.

Au reste, le plâtre cru le plus blanc ne l'est jamais autant que le plâtre calciné, et tous les gypses ou stalactites de plâtre, quoique transparens, sont toujours un peu colorés, et ne deviennent très-blancs que par la calcination ; cependant l'on trouve en quelques endroits le gypse d'un blanc transparent dont nous avons parlé, et auquel on a donné improprement le nom d'*albâtre*.

Le gypse est le plâtre le plus pur, comme le spath est aussi la pierre calcaire la plus pure : tous deux sont des extraits de ces matières, et le gypse est peut-être plus abondant proportionnellement dans les bancs plâtreux que le spath ne l'est dans les bancs calcaires ; car on trouve souvent entre les lits de pierre à plâtre des couches de quelques pouces d'épaisseur de ce même gypse transparent et de figure régulière. Les fentes perpendiculaires ou inclinées, qui séparent de distance à autre les blocs des bancs de plâtre, sont aussi incrustées et quelquefois entièrement remplies de gypse transparent et formé de filets allongés ; et il paroît en général qu'il y a beaucoup moins de stalactites opaques dans les plâtres que dans les pierres calcaires.

Les plâtres colorés, gris, jaunes ou rougeâtres, sont mélangés de parties minérales : la craie ou la pierre blanche réduite en poudre aura formé les plus beaux plâtres : la marne, qui est com-

posée de poudre de pierre, mais mélangée d'argile ou de terre limoneuse, n'aura pu former qu'un plâtre impur et grossier, plus ou moins coloré suivant la quantité de ces mêmes terres : aussi voit-on dans les carrières plusieurs bancs de plâtres imparfaits, et le bon plâtre se fait souvent chercher bien au-dessous des autres.

Les couches de plâtre, comme celles de craie, ne se trouvent pas sous les couches des pierres dures ou des rochers calcaires; et ordinairement les collines à plâtre ne sont composées que de petit gravier calcaire, de tuffau, qu'on doit regarder comme une poussière de pierre, et enfin de marne, qui n'est aussi que de la poudre de pierre mêlée d'un peu de terre. Ce n'est que dans les couches les plus basses de ces collines et au-dessous de tous les plâtres, qu'on trouve quelquefois des bancs calcaires avec des impressions de coquilles marines. Ainsi toutes ces poudres de pierre, soit craie, marne ou tuffau, ont été déposées par des alluvions postérieures, avec les plâtres, sur les bancs de pierre qui ont été formés les premiers, et la masse entière de la colline plâtreuse porte sur cette pierre ou sur l'argile ancienne et le schiste, qui sont le fondement et la base générale et commune de toutes les matières calcaires et plâtreuses.

Comme le plâtre est une matière très-utile, il est bon de donner une indication des différens lieux qui peuvent en fournir, et où il se trouve par couches d'une certaine étendue, à commencer par la colline de Montmartre à Paris; on en tire des plâtres blancs, gris, rougeâtres, et il s'y trouve une très-grande quantité de gypse, c'est-à-dire, des stalactites transparentes et jaunâtres en assez grands morceaux plus ou moins épais, et composés de lames minces appliquées les unes contre les autres. Il y a aussi de bon plâtre à Passy, à Montreuil près de Creteil, à Gagny, et dans plusieurs endroits aux environs de Paris : on en trouve de même à Decize en Nivernois, à Sombernon près de Vitteaux en Bourgogne, où le gypse est blanc et très-transparent. « Dans le village de Char-
« cey, situé à trois lieues au couchant de Châlons-sur-Saône,
« sur la route de cette ville à Autun, il y a, m'écrit M. Dumorey,
« des carrières de très-beau plâtre blanc et gris. Ces carrières s'é-
« tendent dans une grande partie du territoire; elles sont à peu
« de profondeur en terre : on les découvre souvent en cultivant
« les vignes qui couvrent la colline où elles se trouvent; elles sont
« placées presque au pied du coteau, qui est dominé de toutes
« parts des montagnes les plus élevées du pays. La surface de tout
« le coteau n'est pas sous des pentes uniformes; elle est au con-

« traire coupée presque en tous sens par des anciens ravins qui « forment dans ce pays un nombre de petits monticules disposés « sur la croupe générale de la montagne. Ce plâtre est de la pre- « mière qualité pour l'intérieur des appartemens, mais moins « fort que celui de Montmartre et que celui de Salins en Franche- « Comté, lorsqu'il est exposé aux injures de l'air [1]. » M. Guettard a donné la description de la carrière à plâtre de Serbeville en Lorraine, près de Lunéville. Dans cette plâtrière, les derniers bancs ne portent pas sur l'argile, mais sur un banc de pierres calcaires mêlées de coquilles. Il a aussi parlé de quelques-unes des carrières à plâtre du Dauphiné; et, en dernier lieu, M. Pralon a très-bien décrit celle de Montmartre près Paris.

En Espagne, aux environs de Molina, il y a plusieurs carrières de plâtre; on en voit une colline entière à Dovenno près de Liria, et l'on y voit des bancs de plâtre blanc, gris et rouge. On trouve aussi du plâtre rouge au sommet d'une montagne calcaire à Albaracin, qui paroît être l'un des lieux les plus élevés de l'Espagne, et il y en a de même près d'Alicante, qui est un des lieux les plus bas, puisque cette ville est située sur les bords de la mer : elle est voisine d'une colline dont les bancs inférieurs sont de plâtre de différentes couleurs.

En Italie, le comte Marsigli a donné la description de la carrière à plâtre de *Saint-Raphaël*, aux environs de Bologne, où l'on a fouillé à plus de deux cents pieds de profondeur. On trouve aussi du bon plâtre dans plusieurs provinces de l'Allemagne, et il y en a de très-blanc dans le duché de Wirtemberg.

« Dans quelques endroits de la Pologne, dit M. Guettard, le « vrai plâtre n'est pas rare. Celui de Rohatin (starostie de Russie) « est entièrement semblable au plâtre des environs de Paris, que « l'on appelle *grygnard* : il est composé de morceaux de pierres « spéculaires jaunâtres et brillantes, qui affectent une figure trian- « gulaire. Les bancs de cette pierre sont de toutes sortes de lar- « geurs et d'épaisseurs. » On trouve encore du plâtre et du beau gypse aux environs de Bâle en Suisse, dans le pays de Neufchâtel, et dans plusieurs autres endroits de l'Europe.

Il y a de même du plâtre dans l'île de Chypre, et presque dans toutes les provinces de l'Asie; on en fait des magots à la Chine et aux Indes.

L'on ne peut donc guère douter que cette matière ne se trouve

---

[1] Note communiquée par M. Dumorey, ingénieur en chef de la province de Bourgogne, à M. de Buffon, 22 juillet 1779.

dans toutes les parties dn monde, quoiqu'elle se présente seulement dans des lieux particuliers, et toujours dans le voisinage de la pierre calcaire : car le plâtre n'étant composé que de substance calcaire réduite en poudre, il ne peut se trouver que dans les endroits peu éloignés des rochers, dont les eaux auront détaché ces particules calcaires; et comme il contient aussi beaucoup d'acide vitriolique, cette combinaison suppose le voisinage de la terre limoneuse, de l'argile et des pyrites, en sorte que les matières plâtreuses ne se seront formées, comme nous l'avons dit, que dans les terrains où ces deux circonstances se trouvent réunies.

Quelque hautes que soient certaines collines à plâtre, il n'est pas moins certain que toutes sont d'une formation plus nouvelle que celle des collines calcaires; outre les preuves que nous en avons déjà données, cela peut se démontrer par la composition même de ces éminences plâtreuses : les couches n'en sont pas arrangées comme dans les collines calcaires; quoique posées horizontalement, elles ne suivent guère un ordre régulier; elles sont placées confusément les unes sur les autres, et chacune de ces couches est de matière différente; elles sont souvent surmontées de marne ou d'argile, quelquefois de tuffau ou de pierres calcaires en débris, et aussi de pyrites, de grès et de pierre meulière. Une colline à plâtre n'est donc qu'un gros tas de décombres amenés par les eaux dans un ordre assez confus, et dans lequel les lits de poussière calcaire qui ont reçu les acides des lits supérieurs, sont les seuls qui se soient convertis en plâtre. Cette formation récente se démontre encore par les ossemens d'animaux terrestres [1] qu'on trouve dans ces couches de plâtre, tandis qu'on n'y a jamais trouvé de coquilles marines; enfin elle se démontre évidemment, parce que, dans cet immense tas de décombres, toutes les matières sont moins dures et moins solides que dans les carrières de pierres anciennes. Ainsi la Nature, même dans son désordre, et lorsqu'elle nous paroît n'avoir travaillé que dans la confusion, sait tirer de ce désordre même des effets précieux et former des matières utiles, telles que le plâtre, avec de la poussière inerte et des acides destructeurs; et comme cette poussière de pierre, lorsqu'elle est fortement imprégnée d'acides, ne prend pas un grand degré de dureté, et que les couches de plâtre sont plus ou moins tendres dans toute leur étendue, soit en longueur

[1] Nous avons au Cabinet du Roi des mâchoires de cerf avec leurs dents, trouvées dans les carrières de plâtre de Montmartre près de Paris.



ou en largeur, il est arrivé que ces couches, au lieu de se fendre, comme les couches de pierre dure, par le dessèchement, de distance en distance sur leur longueur, se sont au contraire fendues dans tous les sens, en se renflant tant en largeur qu'en longueur; et cela doit arriver dans toute matière molle qui se renfle d'abord par le dessèchement avant de prendre sa consistance. Cette même matière se divisera par ce renflement en prismes plus ou moins gros et à plus ou moins de faces, selon qu'elle sera plus ou moins tenace dans toutes ses parties. Les couches de pierre, au contraire, ne se renflant point par le dessèchement, ne se sont fendues que par leur retraite et de loin en loin, et plus fréquemment sur leur longueur que sur leur largeur, parce que ces matières plus dures avoient trop de consistance, même avant le dessèchement, pour se fendre dans ces deux dimensions, et que dès-lors les fentes perpendiculaires n'ont pu se faire que par effort sur l'endroit le plus foible, où la matière s'est trouvée un peu moins dure que le reste de la masse, et qu'enfin le dessèchement seul, c'est-à-dire, sans renflement de la matière, ne peut la diviser que très-irrégulièrement, et jamais en prismes ni en aucune autre figure régulière.

DES PIERRES

COMPOSÉES DE MATIÈRES VITREUSES

ET DE SUBSTANCES CALCAIRES.

Dès que les eaux se furent emparées du premier débris des grandes masses vitreuses, et que la matière calcaire eut commencé à se produire dans leur sein par la génération des coquillages, bientôt ces détrimens vitreux et calcaires furent transportés, et déposés tantôt seuls et purs, et tantôt mélangés et confondus ensemble suivant les différens mouvemens des eaux. Les mélanges qui s'en formèrent alors, dûrent être plus ou moins intimes, selon que ces poudres étoient ou plus ténues ou plus grossières, et suivant que la mixtion s'en fit plus ou moins complétement. Les mélanges les plus imparfaits nous sont représentés par la marne, dans laquelle l'argile et la craie sont mêlées sans adhésion, et con-

fondues sans union proprement dite. Une autre mixtion un peu plus intime est celle qui s'est faite par succession de temps, de l'acide des argiles qui s'est déposé sur les bancs calcaires, et, en ayant pénétré l'intérieur, les a transformés en gypse et en plâtre. Mais il y a d'autres matières mixtes où les substances argileuses et calcaires sont encore plus intimement unies et combinées, et qui paroissent appartenir de plus près aux grandes et antiques formations de la Nature : telles sont ces pierres qui, avec la forme feuilletée des schistes, et ayant en effet l'argile pour fonds de leur substance, offrent en même temps dans leur texture une figuration spathique semblable à celle de la pierre calcaire, et contiennent réellement des élémens calcaires intimement unis et mêlés avec les parties schisteuses. La première de ces pierres mélangées est celle que les minéralogistes ont désignée sous le nom bizarre de *pierre de corne* [1]. Elle se trouve souvent en grandes masses adossées aux montagnes de granites, ou contiguës aux schistes qui les revêtent et qui forment les montagnes du second ordre. Or cette position semble indiquer l'époque de la formation de ces schistes spathiques, et la placer, ainsi que nous l'avons indiqué, au temps de la production des dernières argiles et des premières matières calcaires, qui dûrent en effet être contemporaines; et ce premier mélange des détrimens vitreux et calcaires paroît être le plus intime comme le plus ancien de tous : aussi la combinaison de l'acide des couches argileuses déposées postérieurement sur des bancs calcaires est bien moins parfaite dans la pierre gypseuse, puisqu'elle est bien plus aisément réductible que ne l'est la pierre de corne, qui souffre, sans se calciner, le feu nécessaire pour la fondre. La pierre à plâtre, au contraire, se cuit et se calcine à une médiocre chaleur. On sait de même que de simples lotions, ou un précipité par l'acide, suffisent pour faire la séparation des poudres calcaires et argileuses dans la marne, parce que ces poudres y sont restées dans un état d'incohérence, qu'elles n'y sont pas mêlées intimement, et qu'elles n'ont point subi la combinaison qui leur eût fait prendre la figuration spathique, véritable indice de la lapidification calcaire.

---

[1] Ce nom de pierre de corne (*hornstein*) avoit d'abord été donné par les mineurs allemands à ces silex en lames qui, par leur couleur brune et leur demi-transparence, offrent quelque ressemblance avec la corne : mais Wallerius a changé cette acception, qui du moins étoit fondée sur une apparence; et les minéralogistes, d'après lui, appliquent, sans aucune analogie entre le mot et la chose, cette dénomination de *pierre de corne* aux schistes spathiques plus ou moins calcaires dont nous parlons.

Cette pierre de corne est plus dure que le schiste simple, et en diffère par la quantité plus ou moins grande de matière calcaire, qui fait toujours partie de sa substance. On pourroit donc désigner cette pierre sous un nom moins impropre que celui de *pierre de corne*, et même lui donner une dénomination précise en l'appelant *schiste spathique ;* ce qui indiqueroit en même temps et la substance schisteuse qui lui sert de base, et le mélange calcaire qui en modifie la forme et en spécifie la nature [1]. Et ces pierres de corne ou schistes spathiques ne diffèrent en effet entre eux que par la plus ou moins grande quantité de matière calcaire qu'ils contiennent. Ceux où la substance argileuse est presque pure, ont le grain semblable à celui du schiste pur ; mais ceux où la matière calcaire ou spathique abonde, offrent à leur cassure un grain brillant, écailleux, avec un tissu fibreux, et même montrent distinctement dans leur texture une figuration spathique en lames rectangulaires, striées ; et c'est dans ce dernier état que quelques auteurs ont donné à leur *pierre de corne* le nom de *hornblende*, et que Wallerius l'a indiquée sous la dénomination de *corneus spathosus*.

Les schistes spathiques sont en général assez tendres, et le plus dur de ces schistes spathiques ou *pierres de corne*, est celle que les Suédois ont appelée *trapp* (escalier), parce que cette pierre se

---

[1] Quoique M. de Saussure reproche aux minéralogistes français d'avoir méconnu la pierre de corne, et de l'avoir confondue, sous le nom de *schiste*, avec toutes sortes de pierres qui se divisent par feuillets, soit argileuses, soit marneuses ou calcaires (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 77), il est pourtant vrai que ces mêmes minéralogistes n'ont fait qu'une erreur infiniment plus légère que celle où il tombe lui-même en rangeant les *roches primitives* au nombre des *roches feuilletées ;* mais, sans insister sur cela, nous observerons seulement que le nom de *schiste* ne désigna jamais, chez les bons naturalistes, aucune pierre feuilletée purement calcaire ou marneuse, et que, dans sa véritable acception, il signifia toujours spécialement les pierres argileuses qui se divisent naturellement par feuillets, et qui sont plus ou moins mélangées d'autres substances, mais dont la base est toujours l'argile : or la pierre de corne n'est en effet qu'une espèce de ces pierres mélangées de parties argileuses et calcaires, et nous croyons devoir la ranger sous une même dénomination avec ces pierres ; et ce n'étoit pas la peine d'inventer un nom sans analogie pour ne nous rien apprendre de nouveau, et pour désigner une substance qui n'est qu'un schiste mélangé de parties calcaires. En rappelant donc cette pierre au nom générique de *schiste*, auquel elle doit rester subordonnée, il ne s'agit que de lui assigner une épithète spécifique qui la classe et la distingue dans son genre ; et comme le nom de *spath*, malgré les raisons qu'il y auroit eu de ne l'appliquer qu'à une seule substance, paroît avoir été adopté pour désigner des substances très-différentes, je croirois qu'il seroit à propos d'appeler les prétendues pierres de corne, *schistes spathiques*, puisqu'en effet leur texture offre toujours une cristallisation plus ou moins apparente en forme de spath.

casse par étage ou plans superposés comme les marches d'un escalier [1]. La pierre de corne commune est moins dure que le trapp; quelques autres pierres de corne sont si tendres, qu'elles se laissent entamer avec l'ongle. Leur couleur varie entre le gris et le noir; il s'en trouve aussi de vertes, de rouges de diverses teintes. Toutes sont fusibles à un degré de feu assez modéré, et donnent en se fondant un verre noir et compacte. Wallerius observe qu'en humectant ces pierres, elles rendent une odeur d'argile. Ce fait seul, joint à l'inspection, auroit dû les lui faire placer à la suite des pierres argileuses ou des schistes; et la Nature passe en effet par nuances des schistes simples ou purement argileux à ces schistes composés, dont ceux qui sont le moins mélangés de parties calcaires, n'offrent pas la figuration spathique, et ne peuvent, de l'aveu des minéralogistes, se distinguer qu'à peine du schiste pur.

Quoique le trapp et les autres pierres de corne ou schistes spathiques qui ne contiennent qu'une petite quantité de matière calcaire, ne fassent aussi que peu ou point d'effervescence avec les acides, néanmoins, en les traitant à chaud avec l'acide nitreux, on en obtient par l'alcali fixe un précipité gélatineux, de même nature que celui que donnent la zéolithe et toutes les autres matières mélangées de parties vitreuses et de parties calcaires.

Ce schiste spathique se trouve en grand volume et en masses très-considérables mêlées parmi les schistes simples. M. de Saussure, qui le décrit sous le nom de *pierre de corne,* l'a rencontré en plusieurs endroits des Alpes. « A demi-lieue de *Chamouni,* dit « ce savant professeur, en suivant la rive droite de l'Arve, la base « d'une montagne de laquelle sortent plusieurs belles sources, est « une *roche de corne* mêlée de mica et de quarz; ses couches sont « à peu près *verticales,* souvent brisées et diversement dirigées. »

[1] M. Bergmann, dans sa lettre à M. de Troïl (*Lettres sur l'Islande*, page 448), s'exprime ainsi : « Dans toutes les montagnes disposées par couches qui se trou- « vent dans la Westrogothie, la couche supérieure est de trapp, placée sur une « ardoise noire ; il n'y a nulle apparence que cette matière de trapp ait jamais été fondue. » Mais, quand ensuite cet habile chimiste veut attribuer au basalte la même origine, il se trompe ; car il est certain que le basalte a été fondu, et son idée sur l'identité du trapp et du basalte, fondée sur la ressemblance de leurs produits dans l'analyse, ne prouve rien autre chose, sinon que le feu a pu, comme l'eau, envelopper, confondre les mêmes matières.

Le trapp, suivant M. de Morveau, contient beaucoup de fer; il a tiré quinze par cent de fer, d'un morceau de trapp qui lui avoit été envoyé de Suède par M. Bergmann : celui-ci assure que le trapp se fond au feu sans bouillonnement; que l'alcali minéral le dissout par la voie sèche avec effervescence, et que le borax le dissout sans effervescence.

Ce mélange de mica, ce voisinage du quarz, cette violente inclinaison des masses, me paroît s'accorder avec ce que je viens de dire sur l'origine et le temps de la formation de cette pierre mélangée. Il faut en effet que ce soit dans le temps où les micas étoient flottans et disséminés sur les lieux où se trouvoient les débris plus ou moins atténués des quarz, et dans des dispositions où les masses primitives, rompues en différens angles, n'offroient comme parois ou comme bases, que de fortes inclinaisons et des pentes roides; ce n'est, dis-je, que dans ces positions que les couches de formation secondaire ont pu prendre les grandes inclinaisons des pentes et des faces contre lesquelles on les voit appliquées. En effet, M. de Saussure nous fournit de ces exemples de *roches de corne* adossées à des granites; mais ne se méprend-il pas lorsqu'il dit que des blocs ou tranches de granite, qui se rencontrent encore quelquefois enfermés dans ces roches de corne, s'y sont produits ou introduits postérieurement à la formation de ces mêmes roches? Il me semble que c'est lors de leur formation même que ces fragmens de granite primitif y ont été renfermés, soit qu'ils y soient tombés en se détachant des sommets plus élevés [1], soit que la force même des flots les y ait entraînés dans le temps que les eaux charrioient la pâte molle des argiles mélangées des poudres calcaires dont est formée la substance des schistes spathiques : car nous sommes bien éloignés de croire que ces tranches ou prétendus filons de granite se soient produits, comme le dit M. de Saussure, par cristallisation et par l'infiltration des eaux; ce ne seroit point alors du véritable granite primitif, mais une concrétion secondaire et formée par l'agglutination des sables graniteux [2]. Ces deux formations doivent être soigneusement distinguées, et l'on ne peut pas, comme le fait ici ce savant auteur, donner la même origine et le même temps de formation aux masses primitives et à leurs productions secondaires ou stalactites; ce seroit bouleverser toute la généalogie des substances du règne minéral.

Il y a aussi des schistes spathiques dans lesquels le quarz et le feldspath se trouvent en fragmens et en grains dispersés, et comme

---

[1] L'observation même de M. de Saussure auroit pu le convaincre que la matière de ces tranches de granite a été amenée par le mouvement des eaux, et qu'elle s'est déposée en même temps que la matière de la pierre de corne dans laquelle ce granite est inséré, puisqu'il remarque qu'où elles se présentent, les couches de la roche de corne *s'interrompent brusquement*, et paroissent s'être *inégalement affaissées*.

[2] M. de Saussure remarque lui-même, dans cette pierre, de *petites fentes rectiligne*....... qui lui paroissent *l'effet d'un commencement de retraite*.

disséminés dans la substance de la pierre; M. de Saussure en a vu de cette espèce dans la même vallée de *Chamouni*. La formation de ces pierres ne me paroît pas difficile à expliquer, en se rappelant qu'entre les détrimens des quarz, des granites et des autres matières vitreuses primitives entraînées par les eaux, la poudre la plus ténue et la plus décomposée forma les argiles, et que les sables plus vifs et non décomposés formèrent le grès : or, il a dû se trouver dans cette destruction des matières primitives, de gros sables, qui bientôt furent saisis et agglutinés par la pâte d'argile pure, ou d'argile déjà mélangée de substances calcaires [1]. Ces gros sables, eu égard à leur pesanteur, n'ont point été charriés loin du lieu de leur origine; et ce sont en effet ces grains de quarz, de feldspath et de schorl, qui se trouvent incorporés et empâtés dans la pierre argileuse spathique, ou pierre de corne, voisine des vrais granites [2]. Enfin il est évident que la formation des schistes spathiques et le mélange de substances argileuses et calcaires qui les composent, ainsi que la formation de toutes les autres pierres mixtes, supposent nécessairement la décomposition des matières simples et primitives dont elles sont composées; et vouloir conclure [3] de la formation de ces productions secondaires à celle des masses premières, et de ces pierres remplies de sable graniteux, aux véritables granites, c'est exactement comme si l'on vouloit expliquer la formation des premiers marbres par les brèches, ou celle des jaspes par les poudingues.

Après les pierres dans lesquelles une portion de matière calcaire s'est combinée avec l'argile, la Nature nous en offre d'autres où

---

[1] M. de Saussure, après avoir parlé d'une pierre composée d'un mélange de quarz et de spath calcaire, et l'avoir improprement appelée *granite*, ajoute que cette matière *se trouve par filons dans les montagnes de roche de corne* : or cette stalactite des roches de corne nous fournit une preuve de plus, que ces roches sont composées du mélange des débris des masses vitreuses, et des détrimens des substances calcaires.

[2] C'est à la même origine qu'il faut rapporter cette pierre que M. de Saussure appelle *granite veiné ;* dénomination qui ne peut être plausible que dans le langage d'un naturaliste qui parle sans cesse de *couches perpendiculaires*. Ce prétendu granite veiné est composé de lits de graviers graniteux, restés purs et sans mélange, et stratifiés près du lieu de leur origine; voisinage que cet observateur regarde comme formant un passage très-important pour conduire à la formation des vrais granites ; mais ce passage en apprend sur la formation du granite, à peu près autant que le passage du grès au quarz en pourroit apprendre sur l'origine de cette substance primitive.

[3] « Je ferai voir combien ce genre mixte nous donne de lumière sur la formation « des granites proprement dits, ou granites en masses. » (Saussure, *Voyage dans les Alpes*, tome I, page 427.) On peut voir d'ici quelle espèce de lumière pourra résulter d'une analogie si peu fondée.



des portions de matières argileuses se sont mêlées et introduites dans les masses calcaires : tels sont plusieurs marbres, comme le *vert-campan* des Pyrénées, dont les zones vertes sont formées d'un vrai schiste interposé entre les tranches calcaires rouges qui font le fond de ce marbre mixte; telles sont aussi les *pierres de Florence*, où le fond du tableau est de substance calcaire pure, ou teinte par un peu de fer, mais dont la partie qui représente des ruines contient une portion considérable de terre schisteuse, à laquelle, suivant toute apparence, est due cette figuration sous différens angles et diverses coupes, lesquelles sont analogues aux lignes et aux faces angulaires sous lesquelles on sait que les schistes affectent de se diviser lorsqu'ils sont mêlés de la matière calcaire.

Ces pierres mixtes dans lesquelles les veines schisteuses traversent le fond calcaire, ont moins de solidité et de durée que les marbres purs; les portions schisteuses sont plus tendres que le reste de la pierre, et ne résistent pas long-temps aux injures de l'air; c'est par cette raison que le marbre campan employé dans les jardins de Marly et de Trianon s'est dégradé en moins d'un siècle. On devroit donc n'employer pour les monumens que des marbres reconnus pour être sans mélange de schistes, ou d'autres matières argileuses qui les rendent susceptibles d'une prompte altération, et même d'une destruction entière.

Une autre matière mixte, et qui n'est composée que d'argile et de substance calcaire, est celle qu'on appelle à Genève et dans le Lyonnais, *mollasse*, parce qu'elle est fort tendre dans sa carrière. Elle s'y trouve en grandes masses [1], et on ne laisse pas de l'employer pour les bâtimens, parce qu'elle se durcit à l'air : mais comme l'eau des pluies et même l'humidité de l'air la pénètrent et la décomposent peu à peu, on doit ne l'employer qu'à couvert; et c'est en effet pour éviter la destruction de ces pierres mollasses qu'on est dans l'usage, le long du Rhône et à Genève, de faire avancer les toits de cinq à six pieds au-delà des murs extérieurs, afin de les défendre de la pluie [2]. Au reste, cette pierre, qui ne

[1] En 1779, on ouvrit un chemin près de Lyon, au bord du Rhône, dans une « montagne presque toute de mollasse; la coupe perpendiculaire de cette montagne « présentoit une infinité de couches successives légèrement ondées, d'épaisseurs « différentes, dont le tissu plus ou moins serré, et les nuances diversifiées, annon- « çoient bien des dépôts formés à différentes époques : j'y ai remarqué des lits de « gravier dont l'interposition étoit visiblement l'effet de quelques inondations qui « avoient interrompu de temps à autre la stratification de la mollasse. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

[2] « Le pont de Bellegarde sur la Valsime, à peu de distance de son confluent « avec le Rhône, est assis sur un banc de mollasse que les eaux avoient creusé

peut résister à l'eau, résiste très-bien au feu, et on l'emploie avantageusement à la construction des fourneaux de forges et des foyers de cheminée.

Pour résumer ce que nous venons de dire sur les pierres composées de matières vitreuses et de substance calcaire en grandes masses, et dont nous ne donnerons que ces trois exemples, nous dirons, 1°. que les *schistes spathiques* ou *roches de corne* représentent le grand mélange et la combinaison intime qui s'est faite des matières calcaires avec les argiles lorsqu'elles étoient toutes deux réduites en poudre, et que ni les unes ni les autres n'avoient encore aucune solidité; 2°. que les mélanges moins intimes formés par les transports subséquens des eaux, et dans lesquels chacune des matières vitreuses et calcaires ne sont que mêlées et moins intimement liées, nous sont représentés par ces marbres mixtes et ces pierres dessinées, dans lesquelles la matière schisteuse se reconnoît à des caractères non équivoques, et paroît avoir été déposée par entassemens successifs, et alternativement avec la matière calcaire, ou introduite en petite quantité dans les scissures et les fentes de ces mêmes matières calcaires; 3°. que les mélanges les plus grossiers et les moins intimes de l'argile et de la matière calcaire nous sont représentés par la pierre mollasse et même par la marne; et nous pouvons aisément concevoir dans combien de circonstances ces mélanges de schiste ou d'argile et de substance calcaire, plus ou moins grossiers, ou plus ou moins intimes, ont dû avoir lieu, puisque les eaux n'ont cessé, tant qu'elles ont couvert le globe, comme elles ne cessent encore au fond des mers, de travailler, porter et transporter ces matières, et par conséquent de les mélanger dans tous les lieux où les lits d'argile se sont trouvés voisins des couches calcaires, et où ces dernières n'auroient pas encore recouvert les premières.

Cependant ces élémens ne sont pas les seuls que la Nature emploie pour le mélange et l'union de la plupart des mixtes : indépendamment des détrimens vitreux et calcaires, elle emploie aussi la terre végétale, qu'on doit distinguer des terres calcaires ou vitreuses, puisqu'elle est produite en grande partie par la dé-

---

« de plus de quatre-vingts pieds à l'époque de l'année 1778 : la comminution « lente des deux talus avoit tellement travaillé sous les culées de ce pont, qu'elles « se trouvoient en l'air; il a fallu le reconstruire, et les ingénieurs ont eu la « précaution de jeter l'arc beaucoup au-delà des deux bords, laissant, pour ainsi « dire, la part du temps hors du point de fondation, et calculant la durée de cet « édifice sur la progression de cette comminution. » (*Suite de la note de M. de Morveau.*)

composition des végétaux et des animaux terrestres, dont les détrimens contiennent non-seulement les élémens vitreux et calcaires qui forment la base des parties solides de leurs corps, mais encore tous les principes actifs des êtres organisés, et surtout une portion de ce feu qui les rendoit vivans ou végétans. Ces molécules actives tendent sans cesse à former des combinaisons nouvelles dans la terre végétale; et nous ferons voir dans la suite que les plus brillantes comme les plus utiles des productions du règne minéral appartiennent à cette terre, qu'on n'a pas jusqu'ici condérée d'assez près.

DE LA TERRE VÉGÉTALE.

La terre purement brute, la terre élémentaire, n'est que le verre primitif d'abord réduit en poudre, et ensuite atténué, ramolli et converti en argile par l'impression des élémens humides. Une autre terre un peu moins brute est la matière calcaire produite originairement par les dépouilles des coquillages, et de même réduite en poudre par les frottemens et par le mouvement des eaux. Enfin une troisième terre plus organique que brute, est la terre végétale composée des détrimens des végétaux et des animaux terrestres.

Et ces trois terres simples, qui, par la décomposition des matières vitreuses, calcaires et végétales, avoient d'abord pris la forme d'argile, de craie et de limon, se sont ensuite mêlées les unes avec les autres, et ont subi tous les degrés d'atténuation, de figuration et de transformation, qui étoient nécessaires pour pouvoir entrer dans la composition des minéraux et dans la structure organique des végétaux et des animaux.

Les chimistes et les minéralogistes ont tous beaucoup parlé des deux premières terres; ils ont travaillé, décrit, analysé les argiles et les matières calcaires; ils en ont fait la base de la plupart des corps mixtes: mais j'avoue que je suis étonné qu'aucun d'eux n'ait traité de la terre végétale ou limoneuse, qui méritoit leur attention, du moins autant que les deux autres terres. On a pris le limon pour de l'argile; cette erreur capitale a donné lieu à de faux jugemens, et a produit une infinité de méprises particulières. Je vais donc tâcher de démontrer l'origine et de suivre la formation de la terre limoneuse, comme je l'ai fait pour l'argile; on verra que ces deux terres sont d'une différente nature, qu'elles

n'ont même que très-peu de qualités communes, et qu'enfin ni l'argile ni la terre calcaire ne peuvent influer autant que la terre végétale sur la production de la plupart des minéraux de seconde formation.

Mais avant d'exposer en détail les degrés ou progrès successifs par lesquels les détrimens des végétaux et des animaux se convertissent en terre limoneuse, avant de présenter les productions minérales qui en tirent immédiatement leur origine, il ne sera pas inutile de rappeler ici les notions qu'on doit avoir de la terre considérée comme l'un des quatre élémens. Dans ce sens, on peut dire que l'élément de la terre entre comme partie essentielle dans la composition de tous les corps; non-seulement elle se trouve toujours dans tous en plus ou en moins grande quantité, mais, par son union avec les trois autres élémens, elle prend toutes les formes possibles, elle se liquéfie, se fixe, se pétrifie, se métallise, se resserre, s'étend, se sublime, se volatilise et s'organise suivant les différens mélanges et les degrés d'activité, de résistance et d'affinité de ces mêmes principes élémentaires.

De même, si l'on ne considère la terre en général que par ses caractères les plus aisés à saisir, elle nous paroîtra, comme on la définit en chimie, une matière sèche, opaque, insipide, friable, qui ne s'enflamme point, que l'eau pénètre, étend et rend ductile, qui s'y délaye et ne se dissout pas comme le sel. Mais ces caractères généraux sont, ainsi que toutes les définitions, plus abstraits que réels; étant trop absolus, ils ne sont ni relatifs ni par conséquent applicables à la chose réelle : aussi ne peuvent-ils appartenir qu'à une terre qu'on supposeroit être parfaitement pure, ou tout au plus mêlée d'une très-petite quantité d'autres substances non comprises dans la définition. Or cette terre idéale n'existe nulle part; et tout ce que nous pouvons faire pour nous rapprocher de la réalité, c'est de distinguer les terres les moins composées de celles qui sont les plus mélangées. Sous ce point de vue plus vrai, plus clair et plus réel qu'aucun autre, nous regarderons l'argile, la craie et le limon, comme les terres les plus simples de la Nature, quoiqu'aucune des trois ne soit parfaitement simple; et nous comprendrons dans les terres composées non-seulement celles qui sont mêlées de ces premières matières, mais encore celles qui sont mélangées de substances hétérogènes, telles que les sables, les sels, les bitumes, etc.; et toute terre qui ne contient qu'une très-petite quantité de ces substances étrangères, conserve à peu près toutes ses qualités spécifiques et ses propriétés naturelles : mais si le mélange hétérogène domine, elle perd ces mêmes propriétés;

elle en acquiert de nouvelles toujours analogues à la nature du mélange, et devient alors terre combustible ou réfractaire, terre minérale ou métallique, etc., suivant les différentes combinaisons des substances qui sont entrées dans sa composition.

Ce sont en effet ces différens mélanges qui rendent les terres pesantes ou légères, poreuses ou compactes, molles ou dures, rudes ou douces au toucher : leurs couleurs viennent aussi des parties minérales ou métalliques qu'elles renferment; leur saveur douce, âcre ou astringente, provient des sels, et leur odeur agréable ou fétide est due aux particules aromatiques, huileuses et salines, dont elles sont pénétrées.

De plus, il y a beaucoup de terres qui s'imbibent d'eau facilement; il y en a d'autres sur lesquelles l'eau ne fait que glisser : il y en a de grasses, de tenaces, de très-ductiles, et d'autres dont les parties n'ont point d'adhésion, et semblent approcher de la nature du sable ou de la cendre. Elles ont chacune différentes propriétés, et servent à différens usages : les terres argileuses les plus ductiles, lorsqu'elles sont fort chargées d'acide, servent au dégraissage des laines: les terres bitumineuses et végétales, telles que les tourbes et les charbons de terre, sont d'une utilité presque aussi grande que le bois; les terres calcaires et ferrugineuses s'emploient dans plusieurs arts, et notamment dans la peinture; plusieurs autres terres servent à polir les métaux, etc. Leurs usages sont aussi multipliés que leurs propriétés sont variées; et de même, dans les différentes espèces de nos terres cultivées, nous trouverons que telle terre est plus propre qu'une autre à la production de telles ou telles plantes, qu'une terre stérile par elle-même peut fertiliser d'autres terres par son mélange, que celles qui sont les moins propres à la végétation sont ordinairement les plus utiles pour les arts, etc.

Il y a, comme l'on voit, une grande diversité dans les terres composées, et il se trouve aussi quelques différences dans les trois terres que nous regardons comme simples, l'argile, la craie et la terre végétale. Cette dernière terre se présente même dans deux états très-différens : le premier, sous la forme de terreau, qui est le détriment immédiat des animaux et des végétaux; et le second, sous la forme de limon, qui est le dernier résidu de leur entière décomposition. Ce limon, comme l'argile et la craie, n'est jamais parfaitement pur; et ces trois terres, quoique les plus simples de toutes, sont presque toujours mêlées de particules hétérogènes et du dépôt des poussières de toute nature répandues dans l'air et dans l'eau.

Sur la grande couche d'argile qui enveloppe le globe, et sur les bancs calcaires auxquels cette même argile sert de base, s'étend la couche universelle de la terre végétale qui recouvre la surface entière des continens terrestres; et cette même terre n'est peut-être pas en moindre quantité sur le fond de la mer, où les eaux des fleuves la transportent et la déposent de tous les temps et continuellement, sans compter celle qui doit également se former des détrimens de tous les animaux et végétaux marins. Mais, pour ne parler ici que de ce qui est sous nos yeux, nous verrons que cette couche de terre productrice et féconde est toujours plus épaisse dans les lieux abandonnés à la seule Nature que dans les pays habités, parce que cette terre étant le produit des détrimens des végétaux et des animaux, sa quantité ne peut qu'augmenter partout où l'homme, et le feu, son ministre de destruction, n'anéantissent pas les êtres vivans et végétans. Dans ces terres indépendantes de nous, et où la Nature seule règne, rien n'est détruit ni consommé d'avance; chaque individu vit son âge : les bois, au lieu d'être abattus au bout de quelques années, s'élèvent en futaies, et ne tombent de vétusté que dans la suite des siècles, pendant lesquels leurs feuilles, leurs menus branchages, et tous leurs déchets annuels et superflus, forment à leur pied des couches de terreau, qui bientôt se convertit en terre végétale, dont la quantité devient ensuite bien plus considérable par la chute de ces mêmes arbres trop âgés. Ainsi, d'année en année, et bien plus encore de siècle en siècle, ces dépôts de terre végétale se sont augmentés partout où rien ne s'opposoit à leur accumulation.

Cette couche de terre végétale est plus mince sur les montagnes que dans les vallons et les plaines, parce que les eaux pluviales dépouillent les sommets et les pentes de ces éminences, et entraînent le limon qu'elles ont délayé; les ruisseaux, les rivières, le charrient et le déposent dans leur lit, ou le transportent jusqu'à la mer; et, malgré cette déperdition continuelle des résidus de la Nature vivante, sa force productrice est si grande, que la quantité de ce limon végétal augmenteroit partout si nous n'affamions pas la terre par nos jouissances anticipées et presque toujours immodérées. Comparez à cet égard les pays très-anciennement habités avec les contrées nouvellement découvertes : tout est forêts, terreau, limon, dans celles-ci; tout est sable aride ou pierre nue dans les autres.

Cette couche de terre la plus extérieure du globe est non-seulement composée des détrimens des végétaux et des animaux, mais encore des poussières de l'air et du sédiment de l'eau des

pluies et des rosées; dès-lors elle se trouve mêlée des particules calcaires ou vitreuses dont ces deux *élémens* sont toujours plus ou moins chargés : elle se trouve aussi plus grossièrement mélangée de sables vitreux ou de graviers calcaires dans les contrées cultivées par la main de l'homme; car le soc de la charrue mêle avec cette terre les fragmens qu'il détache de la couche inférieure; et loin de prolonger la durée de sa fécondité, souvent la culture amène la stérilité. On le voit dans ces champs en montagnes où la terre est si mêlée, si couverte de fragmens et de débris de pierre, que le laboureur est obligé de les abandonner; on le voit aussi dans ces terres légères qui portent sur le sable ou la craie, et dont, après quelques années, la fécondité cesse par la trop grande quantité de ces matières stériles que le labour y mêle : on ne peut leur rendre ni leur conserver de la fertilité qu'en y portant des fumiers et d'autres amendemens de matières analogues à leur première nature. Ainsi cette couche de terre végétale n'est presque nulle part un limon vierge, ni même une terre simple et pure; elle seroit telle si elle ne contenoit que les détrimens des corps organisés : mais comme elle recueille en même temps tous les débris de la matière brute, on doit la regarder comme un composé mi-parti de brut et d'organique, qui participe de l'inertie de l'un et de l'activité de l'autre, et qui, par cette dernière propriété et par le nombre infini de ses combinaisons, sert non-seulement à l'entretien des animaux et des végétaux, mais produit aussi la plus grande partie des minéraux, et particulièrement les minéraux figurés, comme nous le démontrerons dans la suite par différens exemples.

Mais auparavant il est bon de suivre de près la marche de la Nature dans la production et la formation successive de cette terre végétale. D'abord composée des seuls détrimens des animaux et des végétaux, elle n'est encore, après un grand nombre d'années, qu'une poussière noirâtre, sèche, très-légère, sans ductilité, sans cohésion, qui brûle et s'enflamme à peu près comme la tourbe. On peut distinguer encore dans ce terreau les fibres ligneuses et les parties solides des végétaux; mais, avec le temps, et par l'action et l'intermède de l'air et de l'eau, ces particules arides de terreau acquièrent de la ductilité et se convertissent en terre limoneuse : je me suis assuré de cette réduction ou transformation par mes propres observations.

Je fis sonder en 1734, par plusieurs coups de tarière, un terrain d'environ soixante-dix arpens d'étendue, dont je voulois connoître l'épaisseur de bonne terre, et où j'ai fait une plantation

de bois qui a bien réussi : j'avois divisé ce terrain par arpens; et l'ayant fait sonder aux quatre angles de chacun de ces arpens, j'ai retenu la note des différentes épaisseurs de terre, dont la moindre étoit de deux pieds, et la plus forte de trois pieds et demi : j'étois jeune alors, et mon projet étoit de reconnoître, au bout de trente ans, la différence que produiroit sur mon bois semé l'épaisseur plus ou moins grande de cette terre, qui partout étoit franche et de bonne qualité. J'observai, par le moyen de ces sondes, que, dans toute l'étendue de ce terrain, la composition des lits de terre étoit à très-peu près la même, et j'y reconnus clairement le changement successif du terreau en terre limoneuse. Ce terrain est situé dans une plaine au-dessus de nos plus hautes collines de Bourgogne : il étoit, pour la plus grande partie, en friche de temps immémorial; et comme il n'est dominé par aucune éminence, la terre est sans mélange apparent de craie ni d'argile : elle porte partout sur une couche horizontale de pierre calcaire dure.

Sous le gazon, ou plutôt sous la vieille mousse qui couvroit la surface de ce terrain, il y avoit partout un petit lit de terre noire et friable, formée du produit des feuilles et des herbes pourries des années précédentes; la terre du lit suivant n'étoit que brune et sans adhésion : mais les lits au-dessous de ces deux premiers prenoient par degrés de la consistance et une couleur jaunâtre, et cela d'autant plus qu'ils s'éloignoient davantage de la superficie du terrain. Le lit le plus bas qui étoit à trois pieds ou trois pieds et demi de profondeur, étoit d'un orangé rougeâtre, et la terre en étoit très-grasse, très-ductile, et s'attachoit à la langue comme un véritable bol [1].

---

[1] M. Nadault ayant fait quelques expériences sur cette terre limoneuse la plus grasse, m'a communiqué la note suivante : « Cette terre étant très-ductile et pétrissable, j'en ai, dit-il, formé sans peine de petits gâteaux qui se sont promptement imbibés d'eau et renflés, et qui, en se desséchant, se sont raccourcis selon leurs dimensions. L'eau-forte avec cette terre n'a produit ni ébullition ni effervescence; elle est tombée au fond de la liqueur sans s'y dissoudre, comme l'argile la plus pure. J'en ai mis dans un creuset à un feu de charbon assez modéré avec de l'argile : celle-ci s'y est durcie à l'ordinaire jusqu'à un certain point; mais l'autre, au contraire, quoiqu'avec toutes les qualités apparentes de l'argile, s'est extrêmement raréfiée, et a perdu beaucoup de son poids; elle a acquis, à la vérité, un peu de consistance et de solidité à sa superficie, mais cependant si peu de dureté qu'elle s'est réduite en poussière entre mes doigts. J'ai fait ensuite éprouver à cette terre le degré de chaleur nécessaire pour la parfaite cuisson de la brique : les gâteaux se sont alors déformés; ils ont beaucoup diminué de volume, se sont durcis au point de résister au burin; et leur superficie devenue noire, au lieu d'avoir rougi comme l'argile, s'est émaillée, de sorte que cette terre, en cet état, approchoit déjà de la vitrification. Ces mêmes gâteaux, remis une

Je remarquai dans cette terre jaune plusieurs grains de mine de fer; ils étoient noirs et durs dans le lit inférieur, et n'étoient que bruns et encore friables dans les lits supérieurs de cette même terre. Il est donc évident que les détrimens des animaux et des végétaux, qui d'abord se réduisent en terreau, forment, avec le temps et le secours de l'air et de l'eau, la terre jaune ou rougeâtre, qui est la vraie terre limoneuse dont il est ici question; et de même on ne peut douter que le fer contenu dans les végétaux ne se retrouve dans cette terre, et ne s'y réunisse en grains; et comme cette terre végétale contient une grande quantité de substance organique, puisqu'elle n'est produite que par la décomposition des êtres organisés, on ne doit pas être étonné qu'elle ait quelques propriétés communes avec les végétaux: comme eux elle contient des parties volatiles et combustibles; elle brûle en partie ou se consume au feu; elle y diminue de volume, et y perd considérablement de son poids; enfin elle se fond et se vitrifie au même degré de feu auquel l'argile ne fait que se durcir [1]. Cette terre limoneuse a encore la propriété de s'imbiber d'eau plus facilement que l'argile, et d'en absorber une plus grande quantité; et comme elle s'attache fortement à la langue, il paroît que la plupart des bols ne sont que cette même terre aussi pure et aussi atténuée qu'elle peut l'être; car on trouve ces bols en pelotes ou en petits lits dans les fentes et cavités, où l'eau, qui a pénétré la couche de terre limoneuse, s'est en même temps chargée des molécules les plus fines de cette même terre, et les a déposées sous cette forme de bol.

On a vu, à l'article de l'argile, le détail de la fouille que je fis faire en 1748, pour reconnoître les différentes couches d'un terrain argileux jusqu'à cinquante pieds de profondeur: la première couche de ce terrain étoit d'une terre limoneuse d'environ trois pieds d'épaisseur. En suivant les travaux de cette fouille, et en observant avec soin les différentes matières qui en ont été tirées, j'ai reconnu, à n'en pouvoir douter, que cette terre limoneuse

---

« seconde fois au fourneau et au même degré de chaleur, se sont convertis en un « véritable verre d'une couleur obscure, tandis qu'une semblable cuisson a seulement changé en bleu foncé la couleur rouge de l'argile, en lui procurant un peu « plus de dureté; et j'ai en effet éprouvé qu'il n'y avoit qu'un feu de forge qui pût « vitrifier celle-ci. »

(*Note remise par M. Nadault à M. de Buffon en* 1774.)

[1] « La terre limoneuse que l'on nomme communément *herbue*, parce qu'elle « gît sous l'herbe ou le gazon, étant appliquée sur le fer que l'on chauffe au degré « de feu pour le souder, se gonfle et se réduit en un mâchefer noir vitreux et « sonore. » (*Remarque de M. de Grignon.*)

étoit entraînée par l'infiltration des eaux à de grandes profondeurs dans les joints et les délits des couches inférieures, qui toutes étoient d'argile; j'en ai suivi la trace jusqu'à trente-deux pieds : la première couche argileuse la plus voisine de la terre limoneuse étoit mi-partie d'argile et de limon, marbrée des couleurs de l'un et de l'autre, c'est-à-dire, de jaune et de gris d'ardoise; les couches suivantes d'argile étoient moins mélangées; et dans les plus basses, qui étoient aussi les plus compactes et les plus dures, la terre jaune, c'est-à-dire, le limon, ne pénétroit que dans les petites fentes perpendiculaires, et quelquefois aussi dans les délits horizontaux des couches de l'argile. Cette terre limoneuse incrustoit la superficie des glèbes argileuses; et lorsqu'elle avoit pu s'introduire dans l'intérieur de la couche, il s'y trouvoit ordinairement des concrétions pyriteuses, aplaties et de figure orbiculaire, qui se joignoient par une espèce de cordon cylindrique de même substance pyriteuse, et ce cordon pyriteux aboutissoit toujours à un joint ou à une fente remplie de terre limoneuse. Je fus dès-lors persuadé que cette terre contribuoit plus que toute autre à la formation des pyrites martiales, lesquelles, par succession de temps, s'accumulent et forment souvent des lits qu'on peut regarder comme les mines du vitriol ferrugineux.

Mais lorsque les couches de terre végétale se trouvent posées sur des bancs de pierres solides et dures, les stillations des eaux pluviales chargées des molécules de cette terre, étant alors retenues et ne pouvant descendre en ligne droite, serpentent entre les joints et les délits de la pierre, et y déposent cette matière limoneuse; et comme l'eau s'insinue, avec le temps, dans les matières pierreuses, les parties les plus fines du limon pénètrent avec elle dans tous les pores de la pierre, et la colorent souvent de jaune ou de roux; d'autres fois l'eau chargée de limon ne produit, dans la pierre, que des veines ou des taches.

D'après ces observations, je demeurai persuadé que cette terre limoneuse produite par l'entière décomposition des animaux et des végétanx, est la première matrice des mines de fer en grains, et qu'elle fournit aussi la plus grande partie des élémens nécessaires à la formation des pyrites. Les derniers résidus du détriment ultérieur des êtres organisés prennent donc la forme de bol, de fer en grains et de pyrite; mais lorsqu'au contraire les substances végétales n'ont subi qu'une légère décomposition, et qu'au lieu de se convertir en terreau et ensuite en limon à la surface de la terre, elles se sont accumulées sous les eaux, elles ont alors conservé très-long-temps leur essence, et s'étant ensuite bituminisées par le

mélange de leurs huiles avec l'acide, elles ont formé les tourbes et les charbons de terre.

Il y a, en effet, une très-grande différence dans la manière dont s'opère la décomposition des végétaux à l'air ou dans l'eau : tous ceux qui périssent et sont gisans à la surface de la terre, étant alternativement humectés et desséchés, fermentent, et perdent par une prompte effervescence la plus grande partie de leurs principes inflammables; la pourriture succède à cette effervescence; et suivant les degrés de la putréfaction, le végétal se désorganise, se dénature, et cesse d'être combustible dès qu'il est entièrement pourri : aussi le terreau et le limon, quoique provenant des végétaux, ne peuvent pas être mis au nombre des matières vraiment combustibles; ils se consument ou se fondent au feu plutôt qu'ils ne brûlent; la plus grande partie de leurs principes inflammables s'étant dissipée par la fermentation, il ne leur reste que la terre, le fer, et les autres parties fixes qui étoient entrées dans la composition du végétal.

Mais lorsque les végétaux, au lieu de pourrir sur la terre, tombent au fond des eaux, ou y sont entraînés, comme cela arrive dans les marais et sur le fond des mers, où les fleuves amènent et déposent des arbres par milliers, alors toute cette substance végétale conserve, pour ainsi dire, à jamais sa première essence; au lieu de perdre ses principes combustibles par une prompte et forte effervescence, elle ne subit qu'une fermentation lente, et dont l'effet se borne à la conversion de son huile en bitume; elle prend donc sous l'eau la forme de tourbe ou de charbon de terre, tandis qu'à l'air elle n'auroit formé que du terreau et du limon.

La quantité de fer contenue dans la terre limoneuse est quelquefois si considérable, qu'on pourroit lui donner le nom de *terre ferrugineuse*, et même la regarder comme une mine métallique; mais, quoique cette terre limoneuse produise ou plutôt régénère par sécrétion le fer en grains, et que l'origine primordiale de toutes les mines de cette espèce appartienne à cette terre limoneuse, néanmoins les minières de fer en grains dont nous tirons le fer aujourd'hui, ont presque toutes été transportées et amenées par alluvion, après avoir été lavées par les eaux de la mer, c'est-à-dire, séparées de la terre limoneuse où elles s'étoient anciennement formées.

La matière ferrugineuse, soit en grains, soit en rouille, se trouve presque à la superficie de la terre en lits ou couches peu épaisses; il semble donc que ces mines de fer devroient être épuisées, dans toutes les contrées habitées, par l'extraction continuelle qu'on en

fait depuis tant de siècles[1]. Et en effet, le fer pourra bien devenir moins commun dans la suite des temps; car la quantité qui s'en reproduit dans la terre végétale ne peut pas, à beaucoup près, compenser la consommation qui s'en fait chaque jour.

On observe, dans ces mines de fer, que les grains sont tous ronds ou un peu oblongs, que leur grosseur est la même dans chaque mine, et que cependant cette grosseur varie beaucoup d'une minière à une autre : cette différence dépend de l'épaisseur de la couche de terre végétale, où ces grains de fer se sont ancienne-

---

[1] « On peut se faire une idée de la quantité de mines de fer qu'on tire de la terre « dans le seul royaume de France, par le calcul suivant :

Les mines	de Dauphiné rendent. . .	40 liv.	de fonte pour cent livres de mine.
	de Bretagne.	43.	
	de Bourgogne.	30.	
	de Champagne.	33.	
	de Normandie.	30.	
	de Franche-Comté. . . .	36.	
	de Berry.	34.	

« Ce produit est le terme moyen dans chacune de ces provinces : la variété gé- « nérale est de 16 à 50 pour cent.

« L'on peut regarder pour terme moyen du produit des mines de France, 33 « pour cent, qui est aussi le plus général.

« Le poids commun des mines lavées et préparées pour être fondues, est de 115 « livres le pied cube.

« Il faut, sur ce pied, 22 1/2 pieds cubes de mine pour produire un mille de « fonte qui rend communément 667 livres de fer forgé.

« Il y a en France environ cinq cents fourneaux de fonderie qui produisent an- « nuellement 300 millions de fonte, dont 1/6 passe dans le commerce en fonte « moulée; les 5/6 restans sont convertis en fer, et en produisent 168 millions, « qui est le produit annuel, à peu de chose près, de la fabrication des forges « françaises.

« 300 millions de fonte, à raison de 22 1/2 pieds cubes de minerai par mille, « donnent 7 millions 950 mille pieds cubes de minerai, équivalant à 36805 toises « et 120 pieds cubes.

« Or, comme le minerai de fer, surtout celui qui se retire des minières formées « par alluvion, telles que sont celles de la majeure partie de nos provinces, est « mélangé de terre, de sable, de pierres et de coquilles fossiles, qui sont des matières « étrangères que l'on en sépare par le lavage ; que ces matières excèdent deux, trois, « et souvent quatre fois le volume du minerai qui en est séparé par le lavage, le crible « et l'égrapoir : on peut donc tripler la masse générale du minerai extrait annuelle- « ment en France des minières, et la porter à 110416 toises cubes, qui est le total « de l'extraction annuelle des mines, non compris les déblais qui les recouvrent. » (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

En prenant un pied d'épaisseur pour mesure moyenne des mines en grains que l'on exploite en France, on a remué pour cela 662496 toises d'étendue sur un pied d'épaisseur; ce qui fait 736 arpens de 900 toises chacun, et 96 toises de plus de terrain qu'on épuise de minerai chaque année, et pendant un siècle 73610 arpens.

ment formés; car on voit que plus l'épaisseur de la terre est grande, plus les grains de mine de fer qui s'y forment sont gros, quoique toujours assez petits.

Nous remarquerons aussi que ces terres dans lesquelles se forment les grains de la mine de fer, paroissent être de la même nature que les autres terres limoneuses où cette formation n'a pas lieu : les unes et les autres sont d'abord, dans les premières couches, noirâtres, arides et sans cohésion ; mais leur couleur noire se change en brun dans les couches inférieures, et ensuite en un jaune foncé : la substance de cette terre devient ductile; elle s'imbibe facilement d'eau, et s'attache à la langue. Toutes les propriétés de ces terres limoneuses et ferrugineuses sont les mêmes, et la mine de fer en grains, après avoir été broyée et détrempée dans l'eau, semble reprendre les caractères de ces mêmes terres au point de ne pouvoir distinguer la poudre du minerai, de celle de la terre limoneuse. Le fer décomposé et réduit en rouille paroît reprendre aussi la forme et les qualités de sa terre matrice. Ainsi la terre ferrugineuse et la terre limoneuse ne diffèrent que par la plus ou moins grande quantité de fer qu'elles contiennent, et la mine de fer en grains n'est qu'une sécrétion qui se fait dans cette même terre d'autant plus abondamment, qu'elle contient une plus grande quantité de fer décomposé. On sait que chaque pierre et chaque terre ont leurs stalactites particulières et différentes entre elles, et que ces stalactites conservent toujours les caractères propres des matières qui les ont produites : la mine de fer en grains est, dans ce sens, une vraie stalactite de la terre limoneuse; ce n'est d'abord qu'une concrétion terreuse, qui peu à peu prend de la dureté par la seule force de l'affinité de ses parties constituantes, et qui n'a encore aucune des propriétés essentielles du fer.

Mais comment cette matière minérale peut-elle se séparer de la masse de terre limoneuse, pour se former si régulièrement en grains aussi petits, en aussi grande quantité, et d'une manière si achevée, qu'il n'y en a pas un seul qui ne présente à sa surface le brillant métallique ? Je crois pouvoir satisfaire à cette question par les simples faits que m'a fournis l'observation. L'eau pluviale s'infiltre dans la terre végétale, et crible d'abord avec facilité à travers les premières couches, qui ne sont encore que la poussière aride des parties de végétaux à demi-décomposés; trouvant ensuite des couches plus denses, l'eau les pénètre aussi, mais avec plus de lenteur; et lorsqu'elle est parvenue au banc de pierre qui sert de base à ces couches terreuses, elle devient nécessairement stagnante, et ne peut plus s'écouler qu'avec beaucoup de temps;

elle produit alors, par son séjour dans ces terres grasses, une sorte d'effervescence; l'air qui y étoit contenu s'en dégage, et forme, dans toute l'étendue de la couche, une infinité de bulles qui soulèvent et pressent la terre en tous sens, et y produisent un égal nombre de petites cavités dans lesquelles la mine de fer vient se mouler. Ceci n'est point une supposition précaire, mais un fait qu'on peut démontrer par une expérience très-aisée à répéter : en mettant dans un vase transparent une quantité de terre limoneuse bien détrempée avec de l'eau, et la laissant exposée à l'air dans un temps chaud, on verra, quelques jours après, cette terre en effervescence se boursoufler et produire des bulles d'air, tant à sa partie supérieure que contre les parois du verre qui la contient; on verra le nombre de ces bulles s'augmenter de jour en jour, au point que la masse entière de la terre paroît en être criblée. Et c'est là précisément ce qui doit arriver dans les couches des terres limoneuses; car elles sont alternativement humectées par les eaux pluviales et desséchées selon les saisons. L'eau chargée des molécules ferrugineuses s'insinue par stillation dans toutes ces petites cavités; et, en s'écoulant, elle y dépose la matière ferrugineuse dont elle s'étoit chargée en parcourant les couches supérieures, et elle en remplit ainsi toutes les petites cavités, dont les parois lisses et polies donnent à chaque grain, le brillant ou le luisant que présente leur surface.

Si l'on divise ces grains de mine de fer en deux portions de sphère, on reconnoîtra qu'ils sont tous composés de plusieurs petites couches concentriques, et que, dans les plus gros, il y a souvent une cavité sensible, ordinairement remplie de la même substance ferrugineuse, mais qui n'a pas encore acquis sa solidité, et qui s'écrase aisément comme les grains de mine eux-mêmes, qui commencent à se former dans les premières couches de la terre limoneuse : ainsi, dans chaque grain, la couche la plus extérieure qui a le brillant métallique, est la plus solide de toutes et la plus *métallisée*, parce qu'ayant été formée la première, elle a reçu par infiltration et retenu les molécules ferrugineuses les plus pures, et a laissé passer celles qui l'étoient moins pour former la seconde couche du grain, et il en est de même de la troisième et de la quatrieme couche, jusqu'au centre, qui ne contient que la matière la plus terreuse et la moins métallique. Les œtites ou géodes ferrugineuses ne sont que de très-gros grains de mine de fer, dans lesquels on peut voir et suivre plus aisément ce procédé de la Nature.

Au reste, cette formation de la mine de fer en grains, qui se

fait par sécrétion dans la terre limoneuse, ne doit pas nous induire à penser qu'on puisse attribuer à cette cause la première origine de ce fer, car il existoit dans le végétal et l'animal avant leur décomposition; l'eau ne fait que rassembler les molécules du métal et les réunir sous la forme de grains : on sait que les cendres contiennent une grande quantité de particules de fer; c'est ce même fer contenu dans les végétaux, que nous retrouvons en forme de grains dans les couches de la terre limoneuse. Le mâchefer, qui, comme je l'ai prouvé, n'est que le résidu des végétaux brûlés, se convertit presque entièrement en rouille ferrugineuse : ainsi les végétaux, soit qu'ils soient consumés par le feu ou consommés par la pourriture, rendent également à la terre une quantité de fer peut-être beaucoup plus grande que celle qu'ils en ont tirée par leurs racines, puisqu'ils reçoivent autant et plus de nourriture de l'air et de l'eau que de la terre.

Les observations rapportées ci-dessus démontrent en effet que les grains de la mine de fer se forment dans la terre végétale par la réunion de toutes les particules ferrugineuses que l'on sait être contenues dans les détrimens des végétaux et des animaux dont cette terre est composée : mais il faut encore y ajouter tous les débris et toutes les poudres des fers usés par les frottemens, dont la quantité est immense; elles se trouvent disséminées dans cette terre végétale et s'y réunissent de même en grains; et comme rien n'est perdu dans la Nature, ce fer, qui se régénère, pour ainsi dire, sous nos yeux, sembleroit devoir augmenter la quantité de celui que nous consommons : mais ces grains de fer qui sont nouvellement formés dans nos terres végétales, y sont rarement en assez grande quantité pour qu'on puisse les recueillir avec profit; il faudroit pour cela que la Nature, par une seconde opération, eût séparé ces grains de fer du reste de la terre où ils ont été produits, comme elle l'a fait pour l'établissement de nos mines de fer en grains, qui presque toutes ont jadis été amenées et déposées par alluvion sur les terrains où nous les trouvons aujourd'hui.

Le fer en lui-même et dans sa première origine, est une matière qui, comme les autres substances primitives, a été produite par le feu, et se trouve en grandes masses et en roches dans plusieurs parties du globe, et particulièrement dans les pays du Nord [1]. C'est du détriment et des exfoliations de ces premières masses ferrugineuses que proviennent originairement toutes les particules

[1] On connoît les grandes roches de fer qui se trouvent en Suède, en Russie et en Sibérie; et quelques voyageurs m'ont assuré que la plus grande partie du haut terrain de la Laponie n'est, pour ainsi dire, qu'une masse ferrugineuse.

de fer répandues à la surface de la terre, et qui sont entrées dans la composition des végétaux et des animaux. C'est de même par les exsudations de ces grandes roches de fer que se sont formées, par l'intermède de l'eau, toutes les mines spathiques de ce métal, qui ne sont que des stalactites de ces masses primordiales. Tous les débris des roches primitives ont été, dès les premiers temps, transportés et déposés, avec ceux des matières vitreuses, dans toute l'étendue de la surface et des couches extérieures du globe.

Les premières terres limoneuses ayant été délayées et entraînées par les eaux, ce grand lavage aura fait la séparation de tous les grains de fer contenus dans cette terre; le mouvement de la mer aura ensuite transporté ces grains avec les matières qui se sont trouvées d'un poids et d'un volume à peu près égal, en sorte qu'après avoir séparé les grains de fer de la terre où ils s'étoient formés, ce même mouvement des eaux les aura mêlés avec d'autres matières qui n'ont aucun rapport à leur formation : aussi ces mines d'alluvion offrent-elles de grandes différences, non-seulement dans leur mélange, mais même dans leur gisement et leur accumulation.

On appelle *mines dilatées* ou *mines en nappes* les minières de fer en grains qui sont étendues sur une grande surface plane, et qui souvent forment des couches qu'on peut suivre très-loin. Ces mines sont ordinairement en très-petits grains, et presque toujours mélangées les unes de sable vitreux ou d'argile, les autres de petits graviers calcaires et de débris de coquilles. On nomme *mines en nids* ou *en sacs* celles qui sont accumulées dans les fentes et dans les intervalles qui se trouvent entre les rochers ou les bancs de pierre; et ces mines en nids sont communément plus pures et en grains plus gros que les mines en nappes : elles sont souvent mêlées de sable vitreux et de petits cailloux; et, quoique situées dans les fentes des rochers calcaires, elles ne contiennent ni sable calcaire ni coquilles : leurs grains étant spécifiquement plus pesans que ces matières, n'ont été transportés qu'avec des substances d'égale pesanteur, tels que les petits cailloux, les calcédoines, etc.

Toutes ces mines de fer en grains ont également été déposées par les eaux de la mer : on les trouve plus souvent et on les découvre plus aisément au-dessus des collines que dans le fond des vallons, parce que l'épaisseur de la terre qui les couvre n'est pas aussi grande; souvent même les grains de fer se présentent à la surface du terrain, ou se montrent par le labour à quelques pouces de profondeur.

Il résulte de nos observations que la terre végétale ou limo-

neuse est la première matrice de toutes les mines de fer en grains, et il me semble qu'il en est de même de la pyrite martiale; ce minéral, quoique de formes variées et différentes, est néanmoins toujours régulièrement figuré : or, je crois pouvoir avancer que c'est du détriment des substances organisées que la pyrite tire en partie son origine; car elle se forme ou dans la couche même de la terre végétale, ou dans les dépôts de cette même terre, entre les joints des pierres calcaires et les délits des argiles, où l'eau, chargée de particules limoneuses, s'est insinuée par infiltration, et a déposé avec ces particules les élémens nécessaires à la composition de la pyrite.

Car quels sont en effet les élémens de sa composition? Du feu fixe, de l'acide et de la terre ferrugineuse, tous trois intimement réunis par leur affinité. Or, cette matière du feu fixe ne vient-elle pas du détriment des corps organisés et des substances inflammables qu'ils contiennent? Le fer se trouve également dans ces mêmes détrimens, puisque tous les animaux et végétaux en recèlent, même de leur vivant, une assez considérable quantité; et comme l'acide vitriolique abonde dans l'argile, on ne doit pas être étonné de voir des pyrites partout où la terre végétale s'est insinuée dans les argiles, puisque tous les principes de leur composition se trouvent alors réunis. Il est vrai qu'on trouve aussi des pyrites, et quelquefois en grande quantité, dans les masses d'argile, où il ne paroît pas que la terre limoneuse ait pénétré; mais ces mêmes argiles contenant un nombre immense de coquilles et de débris de végétaux et d'animaux, les pyrites s'y seront formées de même par l'union des principes renfermés dans tous ces corps organisés.

La mine de fer en grains et la pyrite sont donc des produits de la terre végétale. Plusieurs sels se forment de même dans cette terre par les acides et les alcalis qui peuvent y saisir des bases différentes, et enfin les bitumes s'y produisent aussi par le mélange de l'acide avec les huiles végétales ou les graïsses animales; et comme cette couche extérieure du globe reçoit encore les déchets de tout ce qui sert à l'usage de l'homme, les particules de l'or et de l'argent, et de tous les autres métaux et matières de toute nature qui s'usent par les frottemens, on doit par conséquent y trouver une petite quantité d'or ou de tout autre métal.

C'est donc de cette terre, de cette poussière que nous foulons aux pieds, que la Nature sait tirer ou régénérer la plupart de ses productions en tous genres; et cela seroit-il possible si cette même terre n'étoit pas mélangée de tous les principes organiques et ac-

tifs qui doivent entrer dans la composition des êtres organisés et des corps figurés ?

La terre limoneuse ayant été entraînée par les eaux courantes, et déposée au fond des mers, accompagne souvent les matières végétales qui se sont converties en charbon de terre; elle indique par sa couleur les affleuremens extérieurs des veines de ce charbon. « Nous observerons, dit M. de Gensanne, que, dans tous les « endroits où il se trouve des charbons de terre ou d'autres subs- « tances bitumineuses, on aperçoit des terres *fauves* plus ou moins « foncées, qui, dans les Cévennes surtout, forment un indice « certain du voisinage de ces charbons. Ces terres, bien exami- « nées, ne sont autre chose que des roches calcaires, dissoutes par « un acide qui leur fait contracter une qualité ferrugineuse, et « conséquemment cette couleur ocreuse. Lorsque la dissolution « de ces pierres est en quelque sorte parfaite, les terres rouges qui « en proviennent prennent une consistance *argileuse*, et forment « de véritables bols ou des ocres naturelles. » J'avoue que je ne puis être ici du sentiment de cet habile minéralogiste; ces terres fauves, qui se trouvent toujours dans le voisinage des charbons de terre, ne sont que des couches de terre limoneuse : elles peuvent être mêlées de matière calcaire; mais elles sont en elles-mêmes le produit de la décomposition des végétaux : le fer qu'elles contenoient se change en rouille par l'humidité; et le bol, comme je l'ai dit, n'est que la partie la plus fine et la plus atténuée de cette terre limoneuse, qui n'a de commun avec l'argile que d'être, comme elle, ductile et grasse.

De la même manière que la matière végétale, plus ou moins décomposée, a été anciennement transportée par les eaux et a formé les veines de charbon, de même la matière ferrugineuse contenue dans la terre limoneuse a été transportée, soit dans son état de mine en grains, soit dans celui de rouille. Nous venons de parler de ces mines de fer en grains, transportées par alluvion, et déposées dans les fentes des rochers calcaires : les rouilles de fer et les ocres ont été transportées et déposées de même par les eaux de la mer. M. le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, décrit une mine d'ocre qui se trouve dans le Berry, près de Vierzon, entre deux lits de sable. M. Guettard en a observé une autre à Bitry, lieu qui n'est pas éloigné de Donzy en Nivernois; elle est à trente pieds de profondeur, et porte, comme celle de Vierzon, sur un lit de sable qui n'est point mêlé d'ocre : une autre à Saint-George sur la Prée dans le Berry, qui est à cinquante ou soixante pieds de profondeur, la veine d'ocre portant également sur le

sable; une troisième à Tanay en Brie, qui n'est qu'à dix-sept à dix-huit pieds de profondeur, et appuyée de même sur un banc de sable. « L'ocre, dit très-bien M. Guettard, est douce au tou-« cher, s'attache à la langue, devient rouge au feu, s'y durcit, « y devient un mauvais verre si le feu est violent, donne beau-« coup de fer avec le phlogistique, et ne se dissout pas aux acides « minéraux, mais à l'eau commune. » Et il ajoute avec raison que toutes les terres qui ont ces qualités peuvent être regardées comme de véritables ocres : mais je ne puis m'empêcher de m'écarter de son sentiment, en ce qu'il pense que les ocres sont des glaises; car je crois avoir prouvé ci-devant que ce sont des terres ferrugineuses qui ne proviennent pas des glaises ou argiles, mais de la terre végétale ou limoneuse, laquelle contient beaucoup de fer, tandis que les glaises n'en contiennent que très-peu.

On trouve aussi des mines de fer en ocre ou rouille dans le fond des marécages et des autres eaux stagnantes. Le limon des eaux des pluies et des rosées est une sorte de terre végétale qui contient du fer, dont les molécules peuvent se rassembler dans cette terre limoneuse au-dessous de l'eau comme au-dessous de la surface de la terre; c'est cette espèce de mine de fer que les minéralogistes ont appelée *vena palustris* : elle a les mêmes propriétés et sert au même usage que les autres mines de fer en grains, et son origine primordiale est la même; ce sont les roseaux, les joncs et les autres végétaux aquatiques, dont les débris accumulés au fond des marais y forment les couches de cette terre limoneuse dans laquelle le fer se trouve sous la forme de rouille. Souvent ces mines de marais sont plus épaisses et plus abondantes que les mines terrestres, parce que les couches de terres limoneuses y sont elles-mêmes plus épaisses, par la raison que toutes les plantes qui croissent dans ces eaux, y retombent en pourriture, et qu'il ne s'en fait aucune consommation, au lieu que, sur la terre, l'homme et le feu en détruisent plus que la pourriture.

Je ne puis répéter assez que cette couche de terre végétale qui couvre la surface du globe, est non-seulement le trésor des richesses de la Nature vivante, le dépôt des molécules organiques qui servent à l'entretien des animaux et des végétaux, mais encore le magasin universel des élémens qui entrent dans la composition de la plupart des minéraux. On vient de voir que les bitumes, les charbons de terre, les bols, les ocres, les mines de fer en grains et les pyrites, en tirent leur première origine, et nous prouverons de même que le diamant et plusieurs autres minéraux régulière-

ment figurés se forment dans cette même terre, matrice de tous les êtres.

Comme cette dernière assertion pourroit paroître hasardée, je dois rappeler ici ce que j'ai écrit en 1772 sur la nature du diamant, quelques années avant qu'on eût fait les expériences par lesquelles on a démontré que c'étoit une substance inflammable : je l'avois présumé par l'analogie de sa puissance de réfraction, qui, comme celle de toutes les huiles et autres substances inflammables, est proportionnellement beaucoup plus grande que leur densité. Cet indice, comme l'on voit, ne m'avoit pas trompé, puisque, deux ou trois ans après, on a vu des diamans s'enflammer et brûler au foyer du miroir ardent. Or, je prétends que le diamant qui prend une figure régulière et se cristallise en octaèdre, est un produit immédiat de la terre végétale; et voici la raison que je puis en donner d'avance, en attendant les preuves plus particulières que je réserve pour l'article où je traiterai de cette brillante production de la terre. On sait que les diamans, ainsi que plusieurs autres pierres précieuses, ne se trouvent que dans les climats du Midi, et qu'on n'a jamais trouvé de diamans dans le Nord, ni même dans les terres des zones tempérées : leur formation dépend donc évidemment de l'influence du soleil sur les premières couches de la terre; car la chaleur propre du globe est à très-peu près la même à une petite profondeur dans tous les climats froids ou chauds. Ainsi ce ne peut être que par cette plus grande influence du soleil sur les terres des climats méridionaux que le diamant s'y forme à l'exclusion de tous les autres climats; et comme cette influence agit principalement sur la couche la plus extérieure du globe, c'est-à-dire, sur celle de la terre végétale, et qu'elle n'a nulle action sur les couches intérieures, on ne peut attribuer qu'à cette même terre végétale la formation du diamant et des autres pierres précieuses qui ne se trouvent que dans les contrées du Midi : d'ailleurs l'inspection nous a démontré que la gangue du diamant est une terre rouge semblable à la terre limoneuse. Ces considérations seules suffiroient pour prouver en général que tous les minéraux qui ne se trouvent que sous les climats les plus chauds, le diamant en particulier, ne sont formés que par les élémens contenus dans la terre végétale, et combinés avec la lumière et la chaleur que le soleil y verse en plus grande quantité que partout ailleurs.

Nous avons dit qu'il n'y a rien de combustible dans la Nature que ce qui provient des êtres organisés; nous pouvons avancer de même qu'il n'y a rien de régulièrement figuré dans la matière que

ce qui a été travaillé par les molécules organiques, soit avant, soit après la naissance de ces mêmes êtres organisés : c'est par la grande quantité de ces molécules organiques contenues dans la terre végétale que se fait la prodnction de tous les végétaux et l'entretien des animaux; leur développement, leur accroissement, ne s'opèrent que par la susception de ces mêmes molécules qui pénètrent aisément toutes les substances ductiles : mais lorsque ces molécules actives ne rencontrent que des matières dures et trop résistantes, elles ne peuvent les pénétrer, et tracent seulement à leur superficie les premiers linéamens de l'organisation qui forment les traits de leur figuration.

Mais revenons à la terre végétale prise en masse, et considérée comme la première couche qui enveloppe le globe. Il n'y a que très-peu d'endroits sur la terre qui ne soient pas couverts de cette terre; les sables brûlans de l'Afrique et de l'Arabie, les sommets nus des montagnes composées de quarz ou de granite, les régions polaires, telles que Spitzberg et Sandwich, sont les seuls terres où la végétation ne peut exercer sa puissance, les seules qui soient dénuées de cette couche de terre végétale qui fait la couverture et produit la parure du globe. « Les roches pelées et stériles de la « terre de Sandwich, dit M. Forster, ne paroissent pas couvertes « du moindre grain de terreau, et on n'y remarque aucune trace « de végétation... Dans la baie de Possession, nous avons vu deux « rochers où la Nature commence son grand travail de la végétation [1] : elle a déjà formé une légère enveloppe de sol au sommet « des rochers; mais son ouvrage avance si lentement, qu'il n'y a « encore que deux plantes, un *gramen* et une espèce de pimprenelle... A la Terre de Feu, vers l'ouest, et à la Terre des Etats, « dans les cavités et les crevasses des piles énormes de rochers qui « composent ces terres, il se conserve un peu d'humidité, et le « frottement continuel des morceaux de roc détachés, précipités « le long des flancs de ces masses grossières, produit de petites particules d'une espèce de sable : là, dans une eau stagnante, « croissent peu à peu quelques plantes du genre des algues, dont « les graines y ont été portées par les oiseaux. Ces plantes créent, « à la fin de chaque saison, des atomes de terreau qui s'accroît « d'une année à l'autre; les oiseaux, la mer et le vent, apportent « d'une île voisine sur ce commencement de terreau, les graines

---

[1] C'est plutôt que le travail de la Nature expire sur ces extrémités polaires, ensevelies déjà par les progrès du refroidissement, et qui sont à jamais perdues pour la Nature vivante.

« de quelques-unes des plantes à mousse qui y végètent durant
« la belle saison : quoique ces plantes ne soient pas véritablement
« des mousses, elles leur ressemblent beaucoup.... Toutes, ou du
« moins la plus grande partie, croissent d'une manière analogue
« à ces régions, et propre à former du terreau et du sol sur les
« rochers stériles. À mesure que ces plantes s'élèvent, elles se ré-
« pandent en tiges et en branches qui se tiennent aussi près l'une
« de l'autre que cela est possible; elles dispersent ainsi de nou-
« velles graines, et enfin elles couvrent un large canton : les fi-
« bres, les racines, les tuyaux et les feuilles les plus inférieures
« tombent peu à peu en putréfaction, produisent une espèce de
« tourbe ou de gazon, qui insensiblement se convertit en terreau
« et en sol. Le tissu serré de ces plantes empêche l'humidité qui
« est au-dessous de s'évaporer, fournit ainsi à la nutrition de la
« partie supérieure, et revêt à la longue tout l'espace d'une ver-
« dure constante..... Je ne puis pas oublier, ajoute ce naturaliste
« voyageur, la manière particulière dont croît une espèce de
« gramen dans l'île du *Nouvel An*, près de la Terre des Etats, et
« à la Georgie australe. Ce gramen est perpétuel, et il affronte
« les hivers les plus froids. Il vient toujours en touffes ou pana-
« ches, à quelque distance l'un de l'autre; chaque année les bour-
« geons prennent une nouvelle tête, et élargissent le panache
« jusqu'à ce qu'il ait quatre ou cinq pieds de haut, et qu'il soit
« deux ou trois fois plus large au sommet qu'au pied. Les feuilles et
« les tiges de ce gramen sont fortes, et souvent de trois à quatre
« pieds de long. Les phoques et les pingouins se réfugient sous ces
« touffes; et comme ils sortent souvent de la mer tout mouillés,
« ils rendent si sales et si boueux les sentiers entre les panaches,
« qu'un homme ne peut y marcher qu'en sautant de la cime
« d'une touffe à l'autre. Ailleurs les oiseaux appelés *nigauds* s'em-
« parent de ces touffes et y font leurs nids. Ce gramen et les éjec-
« tions des phoques, des pingouins et des nigauds, donnent peu à
« peu une élévation plus considérable au sol du pays. »

On voit par ce récit que la Nature se sert de tous les moyens possibles pour donner à la terre les germes de sa fécondité, et pour la couvrir de ce terreau ou terre végétale qui est la base et la matrice de toutes ses productions. Nous avons déjà exposé, à l'article des *volcans*, comment les laves et toutes les autres matières volcanisées se convertissent avec le temps en terre féconde; nous avons démontré la conversion du verre primitif en argile par l'intermède de l'eau. Cette argile, mêlée des détrimens des animaux marins, n'a pas été long-temps stérile; elle a bientôt pro-

duit et nourri des plantes dont la décomposition a commencé de former des couches de terre végétale, qui n'ont pu qu'augmenter partout où ce travail successif de la Nature n'a point trouvé d'obstacle ou souffert de déchet.

On a vu ci-devant que l'argile et le limon, ou, si l'on veut, la terre argileuse et la terre limoneuse, sont deux matières fort différentes, surtout si l'on compare l'argile pure au limon pur, l'une ne provenant que du verre primitif décomposé par les élémens humides, et l'autre n'étant au contraire que le résidu ou produit ultérieur de la décomposition des corps organisés : mais, dès que les couches extérieures de l'argile ont reçu les bénignes impressions du soleil, elles ont acquis peu à peu tous les principes de la fécondité par le mélange des poussières de l'air et du sédiment des pluies ; et bientôt les argiles, couvertes ou mêlées de ces limons terreux, sont devenues presque aussi fécondes que la terre limoneuse ; toutes deux sont également spongieuses, grasses, douces au toucher, et susceptibles de concourir à la végétation par leur ductilité : ces caractères communs sont cause que ni les minéralogistes, ni même les chimistes, ne les ont pas assez distinguées, et que l'on trouve en plusieurs endroits de leurs écrits le nom de *terre argileuse*, au lieu de celui de *terre limoneuse*. Cependant il est très-essentiel de ne les pas confondre, et de convenir avec nous que les terres primitives et simples peuvent se réduire à trois, l'argile, la craie et la terre limoneuse, qui toutes trois diffèrent par leur essence autant que par leur origine.

Et quoique la craie ou terre calcaire puisse être regardée comme une terre animale, puisqu'elle n'a été produite que par les détrimens des coquilles, elle est néanmoins plus éloignée que l'argile de la nature de la terre végétale : car cette terre calcaire ne devient jamais aussi ductile ; elle se refuse long-temps à toute fécondation ; la sécheresse de ses molécules est si grande, et les principes organiques qu'elle contient sont en si petite quantité, que par elle-même elle demeureroit stérile à jamais, si le mélange de la terre végétale ou de l'argile ne lui communiquoit pas les élémens de la fécondation. Nous avons déjà eu occasion d'observer que les pays de craie et de pierre calcaire sont beaucoup moins fertiles que ceux d'argile et de cailloux vitreux ; ces mêmes cailloux, loin de nuire à la fécondité, y contribuent en se décomposant ; leur surface blanchit à l'air, et s'exfolie avec le temps en poussière douce ductile ; et comme cette poussière se trouve en même temps imprégnée du limon des rosées et des pluies, elle forme bientôt

une excellente terre végétale, au lieu que la pierre calcaire, quoique réduite en poudre, ne devient pas ductile, mais demeure aride, et n'acquiert jamais autant d'affinité que l'argile avec la terre végétale; il lui faut donc beaucoup plus de temps qu'à l'argile pour s'atténuer au point de devenir féconde. Au reste, toute terre purement calcaire, et tout sable encore aigre et purement vitreux, sont à peu près également impropres à la végétation, parce que les sables vitreux et la craie ne sont pas encore assez décomposés, et n'ont pas acquis le degré de ductilité nécessaire pour entrer seuls dans la composition des êtres organisés.

Et comme l'air et l'eau contribuent beaucoup plus que la terre à l'accroissement des végétaux, et que des expériences bien faites nous ont démontré que dans un arbre, quelque solide qu'il soit, la quantité de terre qu'il a consommée pour son accroissement, ne fait qu'une très-petite portion de son poids et de son volume, il est nécessaire que la majeure et très-majeure partie de sa masse entière ait été formée par les trois autres élémens, l'air, l'eau et le feu : les particules de la lumière et de la chaleur se sont fixées avec les parties aériennes et aqueuses pendant tout le temps du développement de toutes les parties du végétal. Le terreau et le limon sont donc produits originairement par ces trois premiers élémens combinés avec une très-petite portion de terre : aussi la terre végétale contient-elle très-abondamment et très-évidemment tous les principes des quatre élémens réunis aux molécules organiques; et c'est par cette raison qu'elle devient la mère de tous les êtres organisés, et la matrice de tous les corps figurés.

J'ai rapporté ailleurs des essais sur différentes terres dont j'avois fait remplir de grandes caisses, et dans lesquelles j'ai semé des graines de plusieurs arbres : ces épreuves suffisent pour démontrer que ni les sables calcaires, ni les argiles, ni les terreaux trop nouveaux, ni les fumiers, tous pris séparément, ne sont propres à la végétation; que les graines les plus fortes, telles que les glands, ne poussent que de très-foibles racines dans toutes ces matières, où ils ne font que languir et périssent bientôt : la terre végétale elle-même, lorsqu'elle est réduite en parfait limon et en bol, est alors trop compacte pour que les racines des plantes délicates puissent y pénétrer. La meilleure terre, après la terre de jardin, est celle qu'on appelle *terre franche*, qui n'est ni trop massive, ni trop légère, ni trop grasse, ni trop maigre, qui peut admettre l'eau des pluies sans la laisser trop promptement cribler, et qui néan-

moins ne la retient pas assez pour qu'elle y croupisse. Mais c'est au grand art de l'agriculture que l'histoire naturelle doit renvoyer l'examen particulier des propriétés et des qualités des différentes terres soumises à la culture : l'expérience du laboureur donnera souvent des résultats que la vue du naturaliste n'aura pas aperçus.

Dans les pays habités, et surtout dans ceux où la population est nombreuse, et où presque toutes les terres sont en culture, la quantité de terre végétale diminue de siècle en siècle, non-seulement parce que les engrais qu'on fournit à la terre ne peuvent équivaloir à la quantité des productions qu'on en tire, et qu'ordinairement le fermier avide ou le propriétaire passager, plus pressés de jouir que de conserver, effritent, affament leurs terres en les faisant porter au-delà de leurs forces; mais encore parce que cette culture donnant d'autant plus de produit que la terre est plus travaillée, plus divisée, elle fait qu'en même temps la terre est plus aisément entraînée par les eaux; ses parties les plus fines et les plus substantielles, dissoutes ou délayées, descendent par les ruisseaux dans les rivières, et des rivières à la mer : chaque orage en été, chaque grande pluie d'hiver, charge toutes les eaux courantes d'un limon jaune, dont la quantité est trop considérable pour que toutes les forces et tous les soins de l'homme puissent jamais en réparer la perte par de nouveaux amendemens. Cette déperdition est si grande et se renouvelle si souvent, qu'on ne peut même s'empêcher d'être étonné que la stérilité n'arrive pas plus tôt, surtout dans les terrains qui sont en pente sur les coteaux. Les terres qui les couvroient étoient autrefois grasses, et sont déjà devenues maigres à force de culture; elles le deviendront toujours de plus en plus jusqu'à ce qu'étant abandonnées à cause de leur stérilité, elles puissent reprendre, sous la forme de friche, les poussières de l'air et des eaux, le limon des rosées et des pluies, et les autres secours de la Nature bienfaisante, qui toujours travaille à rétablir ce que l'homme ne cesse de détruire.

DU CHARBON DE TERRE.

Nous avons vu, dans l'ordre successif des grands travaux de la Nature, que les roches vitreuses ont été les premières produites par le feu primitif; qu'ensuite les grès, les argiles et les schistes se

sont formés des débris et de la détérioration de ces mêmes roches vitreuses, par l'action des élémens humides, dès les premiers temps après la chute des eaux et leur établissement sur le globe; qu'alors les coquillages marins ont pris naissance et se sont multipliés en innombrable quantité, avant et durant la retraite de ces mêmes eaux; que cet abaissement des mers s'est fait successivement par l'affaissement des cavernes et grandes boursouflures de la terre qui s'étoient formées au moment de sa consolidation par le premier refroidissement; qu'ensuite, à mesure que les eaux laissoient en s'abaissant les parties hautes du globe à découvert, ces terrains élevés se couvroient d'arbres et d'autres végétaux, lesquels, abandonnés à la seule Nature, ne croissoient et ne se multiplioient que pour périr de vétusté et pourrir sur la terre, ou pour être entraînés par les eaux courantes au fond des mers; qu'enfin ces mêmes végétaux, ainsi que leurs détrimens en terreau et en limon, ont formé les dépôts en amas ou en veines que nous retrouvons aujourd'hui dans le sein de la terre sous la forme de charbon; nom assez impropre, parce qu'il paroît supposer que cette matière végétale a été attaquée et cuite par le feu, tandis qu'elle n'a subi qu'un plus ou moins grand degré de décomposition par l'humidité, et qu'elle s'est conservée au moyen de son huile convertie par les acides en bitume.

Les débris et résidus de ces immenses forêts et de ce nombre infini de végétaux, nés plusieurs centaines de siècles avant l'homme, et chaque jour augmentés, multipliés sans déperdition, ont couvert la surface de la terre de couches limoneuses, qui de même ont été entraînées par les eaux, et ont formé en mille et mille endroits des dépôts en masses et des couches d'une très-grande étendue sur le fond de la mer ancienne; et ce sont ces mêmes couches de matière végétale que nous retrouvons aujourd'hui à d'assez grandes profondeurs dans les argiles, les schistes, les grès, et autres matières de seconde formation qui ont été également transportées et déposées par les eaux: la formation de ces veines de charbon est donc bien postérieure à celle des matières primitives, puisqu'on ne les trouve qu'avec leurs détrimens et dans les couches déposées par les eaux, et que jamais on n'a vu une seule veine de ce charbon dans les masses primitives de quarz ou de granite.

Comme la masse entière des couches ou veines de charbon a été roulée, transportée et déposée par les eaux en même temps et de la même manière que toutes les autres matières calcaires ou vitreuses réduites en poudre, la substance du charbon se trouve

presque toujours mélangée de matières hétérogènes, et selon qu'elle est plus pure, elle devient plus utile et plus propre à la préparation qu'elle doit subir pour pouvoir remplacer comme combustible tous les usages du bois : il y a de ces charbons qui sont si mêlés de poudre de pierre calcaire [1], qu'on ne peut en faire que de la chaux, soit qu'on les brûle en grandes ou en petites masses; il y en a d'autres qui contiennent une si grande quantité de grès, que leur résidu, après la combustion, n'est qu'une espèce de sable vitreux; plusieurs autres sont mélangés de matière pyriteuse : mais tous sans exception tirent leur origine des matières végétales et animales, dont les huiles et les graisses se sont converties en bitume [2].

Il y a donc beaucoup de charbons de terre trop impurs pour

---

[1] A Alais, et dans plusieurs autres endroits du Languedoc, on fait de la chaux avec le charbon même, sans autre pierre ni matières calcaires que celles qu'il contient, et aussi sans autre substance combustible que son propre bitume, qui, après s'être consumé, laisse à nu la base calcaire que le charbon contenoit en grande quantité.

[2] M. de Gensanne distingue cinq espèces de charbon de terre, qui sont, 1°. la houille, 2°. le charbon de terre cubique qu'on appelle aussi *carré*, 3°. le charbon à facettes ou ardoisé, 4°. le charbon jayet, 5°. le bois fossile. Je dois observer que M. de Gensanne est le seul des minéralogistes qui ait présenté cette division des charbons de terre, dans laquelle le bois fossile ne doit pas être compris tant qu'il n'est pas bitumineux.

La houille est une terre noire bitumineuse et combustible; elle se trouve toujours fort près de la surface de la terre et voisine des véritables veines de charbon.... Le charbon de terre cubique a ses parties constituantes disposées par cubes, arrangés les uns contre les autres; de sorte qu'en les pilant même très-menu, ces mêmes parties conservent toujours une configuration cubique : il est fort luisant à la vue; il s'en trouve qui représente les plus belles couleurs de l'iris, qui ne sont que l'effet d'une légère efflorescence de soufre.... Le charbon à facettes ou ardoisé ne diffère du charbon cubique que par la configuration de ses parties constituantes, et qu'en ce qu'il est plus sujet que le précédent à renfermer des grains de pyrites qui détériorent sa qualité : on distingue à la vue simple, qu'il est composé de petites lames entassées les unes sur les autres, dont l'ensemble forme de petits corps irréguliers, rangés les uns à côté des autres... Le charbon jayet est une substance bitumineuse plus ou moins compacte, lisse et fort luisante; il est plus pesant que les charbons précédens. Sa dureté est fort variable : il y en a qui est si dur, qu'il prend un assez beau poli, et qu'on le taille comme les pierres; on en fait dans bien des endroits des boutons d'habit, des colliers, et d'autres menus ouvrages de cette espèce : il y en a d'autre qui est si mou, qu'on le pelote dans la main; et toutes ces différences ne viennent que du plus ou du moins de substance huileuse que ce fossile renferme; car il est bon de remarquer qu'il n'est point de charbon de terre, de quelque espèce qu'il soit, qui ne contienne une portion plus ou moins considérable d'une huile connue sous le nom de *pétrole* ou d'*asphalte*. Le jayet n'est pas, comme le dit M. de Gensanne, plus pesant que les charbons de terre : il est au contraire plus léger; car les charbons de terre ordinaires ne surnagent point dans l'eau, au lieu que le jayet y surnage, et c'est même par cette propriété qu'on peut le distinguer du charbon.

pouvoir être préparés et substitués aux mêmes usages que le charbon de bois; celui qu'on pourroit appeler *pur*, ne seroit, pour ainsi dire, que du bitume comme le jayet, qui me paroît faire la nuance entre les bitumes et le charbon de terre : mais dans les meilleurs charbons, il se trouve toujours quelques-unes des matières étrangères dont nous venons de parler, et qu'il est difficile d'en séparer ; la qualité du charbon est souvent détériorée par l'efflorescence des pyrites martiales, occasionée par l'humidité de la terre : comme cette efflorescence ne se fait point sans mouvement et sans chaleur, c'est toujours aux dépens du charbon, parce que souvent cette chaleur le pénètre, le consume et le dessèche ; et lorsqu'on lui fait subir une demi-combustion semblable à celle du bois qu'on cuit en charbon, l'on ne fait que lui enlever et convertir en vapeurs de soufre les parties pyriteuses, qui souvent y sont trop abondantes.

Mais avant de parler de la préparation et des usages infiniment utiles de ce charbon, il faut d'abord en considérer la substance dans son état de nature : il me paroît certain, comme je viens de le dire, que la matière qui en fait le fond est entièrement végétale. J'ai cité les faits par lesquels il est prouvé qu'au-dessus du toit et dans la couverture de la tête de toutes les veines de charbon, il se trouve des bois fossiles et d'autres végétaux dont l'organisation est encore reconnoissable, et que souvent même on y rencontre des couches de bois à demi charbonnifié [1]; on reconnoît les vestiges des végétaux non-seulement dans la substance du charbon, mais

---

[1] Outre les impressions de plantes assez communes dans le toit de ces mines, on rencontre fréquemment, dans leur voisinage ou dans les fouilles qu'entraîne leur exploitation, des portions de bois, et même des arbres entiers.

M. l'abbé de Sauvages fait mention, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1743, p. 413, de fragmens de bois pierreux fortement incrustés du côté de l'écorce, d'un ou deux pouces de charbon de terre, dans lequel s'étoit faite cette pétrification.

Il est très-ordinaire de trouver au-dessus des mines de houille, du bois qui n'est point du tout décomposé ; mais à mesure qu'on le trouve enfoui plus profondément, il est sensiblement plus altéré.

A Bull, près de Cologne et de Bonn, M. de Bury, fameux houilleur de Liége, en faisant fouiller dans un vallon, trouva une espèce de *terre houille*, qui n'étoit autre chose que du bois qui avoit été couvert par une montagne de terre.

Il y a plusieurs mines dans lesquelles on ne peut méconnoître des troncs et des branches d'arbres, qui ont conservé leur texture fibreuse, compacte, comme on en trouve à Querfurt, dont la couleur est d'un brun jaunâtre. M. Darcet a vu, dans la mine de Wentorcastle, un tronc de la grosseur d'un mât de petit vaisseau qui étoit implanté dans l'argile, tout-à-fait à l'extrémité et hors de la mine : la partie supérieure étoit du vrai charbon de terre absolument semblable à celui de la mine, tandis que la partie de dessous ce même tronc étoit encore du bois, et ne sentoit

encore dans les terres et les schistes dont ils sont environnés : il est donc évident que tous les charbons de terre tirent leur origine du détriment des végétaux.

De même on ne peut pas nier que le charbon de terre ne contienne du bitume, puisqu'il en répand l'odeur et l'épaisse fumée au moment qu'on le brûle. Or le bitume n'étant que de l'huile végétale ou de la graisse animale imprégnée d'acide, la substance entière du charbon de terre n'est donc formée que de la réunion des débris solides et de l'huile liquide des végétaux, qui se sont ensuite durcis par le mélange des acides. Cette vérité, fondée sur ces faits particuliers, se prouve encore par le principe général qu'aucune substance dans la Nature n'est combustible qu'en raison de la quantité de matière végétale ou animale qu'elle contient, puisqu'avant la naissance des animaux et des végétaux, la terre entière a non-seulement été brûlée, mais fondue et liquéfiée par le feu : en sorte que toute matière purement brute ne peut brûler une seconde fois.

Et l'on auroit tort de confondre ici le soufre avec les bitumes, par la raison qu'ils se trouvent souvent ensemble dans le charbon de terre. Le soufre ne provient que de la combustion des pyrites formées elles-mêmes de l'acide et du feu fixe contenus dans les substances organisées, au lieu que les bitumes ne sont que leurs huiles grossières imprégnées d'acide : aussi les bitumes ne contiennent point de soufre et les soufres ne contiennent point de bitume. Ces deux combinaisons opposées dans des matières qui toutes deux proviennent du détriment des corps organisés, indiquent assez que les moyens employés par la Nature pour les former sont différens l'un de l'autre, puisque ces deux produits ne se réunissent ni se rencontrent ensemble. En effet, le soufre est formé par l'action du feu, et le bitume par celle de l'acide sur l'huile. Le soufre se produit par la combinaison du feu fixe [1] contenu dans les substances organisées lorsqu'il est saisi par

---

pas en éclats comme celle du dessus ; mais elle se fendoit, et la hache y étoit retenue comme elle a coutume de s'arrêter dans le bois.

Outre ces troncs d'arbres épars, ces débris de bois, il est des endroits où l'on ne connoît pas de mines de charbon de terre, et où l'on rencontre, à une grande profondeur, des amas de bois fossiles, disposés par bancs séparés les uns des autres par des lits terreux, et qui présentent en tout des soupçons raisonnables d'un passage de la nature ligneuse à celle de la houille, d'une vraie transmutation de bois en charbon de terre. (*Du charbon de terre*, par M. Morand, pages 5 et 6.)

M. de Gensanne cite lui-même quelques mines de charbon de terre dont les têtes sont composées de bois fossiles.

[1] Si l'on objecte qu'il se produit du soufre non-seulement par le feu, mais sans

l'acide vitriolique; les bitumes, au contraire, ne sont que les huiles mêmes des végétaux décomposés par l'eau et mêlés avec les acides: aussi l'odeur du soufre et celle du bitume sont-elles très-différentes dans la combustion; et l'un des plus grands défauts que puisse avoir le charbon de terre, surtout pour les usages de la métallurgie, c'est d'être trop mêlé de matière pyriteuse, parce que, dans la combustion, les pyrites donnent une grande quantité de soufre: l'excellente qualité du charbon vient au contraire de la pureté de la matière végétale et de l'intimité de son union avec le bitume; néanmoins les charbons trop bitumineux ont peu de chaleur et donnent une flamme trop passagère, et il paroît que la parfaite qualité du charbon vient de la parfaite union du bitume avec la base terreuse, qui ne permet que successivement les progrès et le développement du feu.

Or les matières végétales se sont accumulées en masses, en couches, en veines, en filons ou se sont dispersées en petits volumes, suivant les différentes circonstances; et lorsque ces grandes masses, composées de végétaux et de bitume, se sont trouvées voisines de quelques feux souterrains, elles ont produit, par une espèce de distillation naturelle, les sources de pétrole, d'asphalte, et des autres bitumes liquides que l'on voit couler quelquefois à la surface de la terre, mais plus ordinairement à de certaines profondeurs dans son intérieur, et même au fond des lacs [1] et de quelques plages de la mer [2]. Ainsi toutes les huiles qu'on appelle *terrestres* et qu'on regarde vulgairement comme des huiles minérales, sont des bitumes qui tirent leur origine des corps organisés, et qui appartiennent encore au règne végétal ou animal; leur inflammabilité, la constance et la durée de leur flamme, la quantité très-petite de cendres ou plutôt de matière charbonneuse qu'ils laissent après la combustion, démontrent assez que ce ne sont que des huiles plus ou moins dénaturées par les sels de la terre, qui leur donnent en même temps la propriété de se durcir

---

feu, et par ce que l'on appelle la *voie humide*, comme dans les voiries et les fosses d'aisances, je répondrai que ce passage ou changement ne se fait que par une effervescence accompagnée d'une chaleur qui fait ici le même effet que le feu.

[1] L'asphalte est en très-grande quantité dans la mer Morte de Judée, à laquelle on a même donné le nom de *lac Asphaltique;* ce bitume s'élève à la surface de l'eau, et les voyageurs ont remarqué dans les plaines voisines de ce lac plusieurs pierres et mottes de terres bitumineuses.

[2] Flaccour dit avoir vu entre le cap Vert et le cap de Bonne-Espérance, un espace de mer qui avoit une teinture jaune, comme d'une huile ou bitume qui surnageoit, et qui, venant à se figer par succession de temps, durcit ainsi que l'ambre jaune ou succin.

et de faire ciment dans la plupart des matières où ils se trouvent incorporés.

Mais, pour nous en tenir à la seule considération du charbon de terre dans son état de nature, nous observerons d'abord qu'on peut passer par degrés de la tourbe récente et sans mélange de bitume à des tourbes plus anciennes devenues bitumineuses, du bois charbonifié aux véritables charbons de terre, et que par conséquent on ne peut guère douter, indépendamment des preuves rapportées ci-devant, que ces charbons ne soient de véritables végétaux que le bitume a conservés. Ce qui me fait insister sur ce point, c'est qu'il y a des observateurs qui donnent à ces charbons une toute autre origine : par exemple, M. Genneté prétend que le charbon de terre est produit par un certain roc ou grès auquel il donne le nom d'*agas* [1]; et M. de Gensanne, l'un de nos plus savans minéralogistes, veut que la substance de ce charbon ne soit que de l'argile. La première opinion n'est fondée que sur ce que M. Genneté a vu des veines de charbon sous des bancs de grès ou d'agas, lesquelles veines paroissent s'augmenter ou se régénérer dans les endroits vides dont on a tiré le charbon quelques années auparavant : il dit positivement que le roc (*agas*) est la matrice du charbon; que, dans le pays de Liége, la masse de ce roc est à celle du charbon comme 25 sont à 1, en sorte qu'il y a vingt-cinq pieds cubiques de roc pour un pied cube de charbon, et qu'il est étonnant que ces vingt-cinq pieds de roc suffisent pour fournir le suc nécessaire à la formation d'un pied cube de charbon. Il assure qu'il se reproduit dans ces mêmes veines trente ou quarante ans après qu'elles ont été vidées, et que ce charbon nouvellement produit les remplit dans ce même espace de temps. « On voit, ajoute-t-il, que la houille est formée d'un suc bitu- « mineux qui distille du roc, s'y arrange en veines d'une grande « régularité, s'y durcit comme la pierre; et voilà aussi sans doute « pourquoi elle se reproduit. Mais pendant mille ans qu'une « veine de houille demeure entre les bancs de roc qui la soutien- « nent et la couvrent, sans aucun vide, et sans que cette veine « augmente en épaisseur non plus qu'en long et en large, et en- « core sans qu'elle fasse de dépôt ailleurs, autant qu'on sache,

[1] « La matrice dans laquelle s'arrangent les veines de houille, est une sorte « de grès dur comme du fer, dans l'intérieur de la terre, mais qui se réduit en « poussière lorsqu'il est exposé à l'air : les houilleurs nomment cette pierre *agas*. » J'ai vu de ces pierres pyriteuses, qui sont en effet très-dures, dans l'intérieur de la terre, et dont on ne peut percer les bancs qu'à force de poudre, et qui se décomposent à l'air; elles se trouvent assez souvent au-dessus des veines de charbon.

« que devient donc le suc bitumineux qui, dans quarante ans,
« peut reproduire et produit en effet une semblable veine? Je ne
« sais, continue-t-il, s'il est possible de dévoiler ce mystère. »

M. Genneté est peut-être de tous nos minéralogistes celui qui a donné les meilleurs renseignemens pour l'exploitation des mines de charbon, et je rends bien volontiers justice au mérite de cet habile homme, qui a joint à une excellente pratique de très-bonnes remarques; mais sa théorie, que je viens d'exposer, ne me paroît tirée que d'un fait particulier, dont il ne falloit pas faire un principe général. Il est certain, et je l'ai vu moi-même, qu'il se forme dans quelques circonstances des charbons nouveaux par la stillation des eaux, de la même manière qu'il se forme de nouvelles pierres, des albâtres et des marbres nouveaux, dans tous les endroits vides qui se trouvent au-dessous des matières de même espèce : ainsi, dans une veine de charbon tranchée verticalement et abandonnée depuis du temps, on voit sur les parois et entre les petits lits de l'ancien charbon une concrétion ordinairement brune et quelquefois blanchâtre, qui n'est qu'une véritable stalactite ou concrétion de la même nature que le charbon dont elle tire son origine par la filtration de l'eau. Ces incrustations charbonneuses peuvent augmenter avec le temps, et peut-être remplir, dans une longue succession d'années, une fente de quelques pouces, ou, si l'on veut, de quelques pieds de largeur : mais, pour que cet effet soit produit, il est nécessaire qu'il y ait au-dessus ou autour de la fente ou cavité qui se remplit, une masse de charbon, laquelle fournit non-seulement le bitume, mais encore les autres parties composantes de ce charbon qui se forme, c'est-à-dire, la partie végétale, sans quoi ce nouveau charbon ne ressembleroit pas à l'autre; et s'il ne découloit que du bitume, la stillation ne formeroit que du bitume pur et non pas du charbon. Or, M. Genneté convient et même affirme que les veines anciennement vidées se remplissent en quarante ans de charbon tout semblable à celui qu'elles contenoient, et que cela ne se fait que par le suintement du bitume fourni par le roc voisin de cette veine; dès-lors il faut qu'il convienne aussi que cette veine ne pourroit, par ce moyen, être remplie d'autre chose que de bitume, et non pas de charbon. Il faut de même qu'il fasse attention à une chose très-naturelle et très-possible : c'est qu'il y a certaines pierres, agas ou autres, qui non-seulement sont bitumineuses, mais encore mélangées par lits ou par filons de vraie matière de charbon, et que très-probablement les veines qu'il dit s'être remplies de nouveau, étoient environnées et cou-

vertes de cette espèce de roche à demi-charbonneuse; et dès-lors ce mystère qu'il ne croit pas possible de dévoiler, est un effet très-simple et très-ordinaire dans la Nature. Il me semble qu'il n'est pas nécessaire d'en dire davantage pour qu'on soit bien convaincu que jamais ni le grès, ni l'agas, ni aucune autre roche, n'ont été les matrices d'aucun charbon de terre, à moins qu'ils n'en soient eux-mêmes mélangés en très-grande quantité.

L'opinion de M. de Gensanne est beaucoup mieux appuyée, et ne me paroît s'éloigner de la vérité que par un point sur lequel il étoit assez facile de se méprendre; c'est de regarder l'argile et le limon, ou, pour mieux dire, la terre argileuse et la terre limoneuse comme n'étant qu'une seule et même chose. Le charbon de terre, selon M. de Gensanne, est une terre argileuse, mêlée d'assez de bitume et de soufre pour qu'elle soit combustible. « A la vérité, dit-il, ce charbon, dans son état naturel, ne con- « tient aucun soufre formé; mais il en renferme tous les prin- « cipes, qui, dans le moment de la combustion, se développent, « se combinent ensemble et font un véritable soufre. »

Il me semble que ce savant auteur n'auroit pas dû faire entrer le soufre dans sa définition du charbon de terre, puisqu'il avoue que le soufre ne se forme que dans sa combustion. Il ne fait donc pas partie réelle de la composition naturelle du charbon; et en effet l'on connoît plusieurs de ces charbons qui ne donnent point de soufre à la combustion. Ainsi l'on ne doit pas compter le soufre dans les matières dont tout charbon de terre est essentiellement composé, ni dire avec M. de Gensanne, qu'on doit regarder les veines de charbon de terre comme des vraies mines de soufre. « Et ce qui prouve évidemment que, dans le charbon pur, il n'y « a point de soufre formé, c'est qu'en raffinant le cuivre, le « plomb et l'argent avec du charbon pur, on n'observe pas la « moindre décomposition du métal; point de *matte*, point de « *plackmall*, même après plusieurs heures de chauffe [1]. » Mais un autre point bien plus important, c'est l'assertion positive que le fond du charbon de terre n'est que de l'argile; en sorte que, suivant ce physicien, tous les naturalistes se sont trompés lorsqu'ils ont dit que ces charbons étoient des débris de forêts et d'autres végétaux ensevelis par des bouleversemens quelconques. « Il « est vrai, continue-t-il, que la mer Baltique charrie tous les « printemps une quantité de bois qu'elle amène du Nord, et « qu'elle arrange par couches sur les côtes de la Prusse, qui sont

[1] Note communiquée par M. le Camus de Limare, le 5 juillet 1780.

« successivement recouvertes par les sables : mais ces bois ne de-
« viendroient jamais charbon de terre, s'il n'y survenoit pas une
« substance bitumineuse qui se combine avec eux pour leur
« donner cette qualité; sans cette combinaison, ils se pourriront
« et deviendront terre. » Ceci m'arrête une seconde fois; car l'auteur convénant que le charbon de terre peut se former de bois et de bitume, pourquoi veut-il que tous les charbons soient composés de terre argileuse? et ne suffit-il pas de dire que partout où les bois et autres débris de végétaux se seront bituminisés par le mélange de l'acide, ils seront devenus charbons de terre? Et pourquoi composer cette matière combustible d'une matière qui ne peut brûler? N'y a-t-il pas nombre de charbons qui brûlent en entier, et ne laissent après la combustion que des cendres même encore plus douces et plus fines que celles du bois [1]? Il est donc très-certain que ces charbons qui brûlent en entier ne contiennent pas plus d'argile que le bois; et ceux qui se boursouflent dans la combustion et laissent une sorte de scorie semblable à du mâchefer léger, n'offrent ce résidu que parce qu'ils sont en effet mêlés, non pas d'argile, mais de limon, c'est-à-dire, de terre végétale, dans laquelle toutes les parties fixes du bois se sont rassemblées : or j'ai démontré en plusieurs endroits de cet ouvrage, et surtout dans les Mémoires de la partie expérimentale, que l'origine du mâchefer ne doit point être attribuée au fer, puisqu'on trouve le même mâchefer dans le feu de l'orfévre, comme dans celui du forgeron, et que j'ai fait moi-même du mâchefer en grande quantité avec du charbon de bois seul et sans addition d'aucun minéral : dès-lors le charbon de terre doit en produire comme le charbon de bois; et lorsqu'il en donne en plus grande quantité, c'est que, sous le même volume, il contient plus de parties fixes que le charbon de bois. J'ai encore prouvé, dans ces mêmes Mémoires et dans l'article précédent, que le limon ou la terre végétale est le dernier résidu des végétaux décomposés, qui d'abord se

---

[1] « A Birmingham, on emploie dans les cheminées une autre espèce de charbon « qui est plus cher que le charbon de terre ordinaire; on l'appelle *flew-coal;* la « mine est située à sept milles au nord de Birmingham, à *Wedgbory near War-* « *sal in Staffordshire :* on le tire par gros morceaux qui ont beaucoup de consis- « tance, et il se vend trois *pences and penny* le cent, du poids de cent douze « livres, faisant à peu près un quintal, poids de marc. Ce charbon s'allume avec « du papier, comme du bois de sapin; sa flamme est blanche et claire, son feu « très-ardent : il est d'ailleurs sans odeur, et il se réduit en une cendre blanche « aussi légère que celle du bois. Cette espèce de charbon n'a point été décrite dans « M. Morand, ni dans aucun autre ouvrage de ma connoissance. » (*Note communiquée par M. le Camus de Limare, le 5 juillet* 1780.

réduisent en terreau et par succession de temps en limon ; j'ai de même averti qu'il ne falloit pas confondre cette terre végétale ou limoneuse avec l'argile, dont l'origine et les qualités sont toutes différentes, même à l'égard des effets du feu, puisque l'argile s'y resserre et que le limon se boursoufle; et cela seul prouveroit qu'il n'y a jamais d'argile, du moins en quantité sensible, dans le charbon de terre, et que dans ceux qui laissent, après la combustion, une scorie boursouflée, il y a toujours une quantité considérable de ce limon formé des parties fixes des végétaux : ainsi tout charbon de terre pur n'est réellement composé que de matières provenant plus ou moins immédiatement des végétaux.

Pour mieux entendre la génération primitive du charbon de terre et développer sa composition, il faut se rappeler tous les degrés, et même tâcher de suivre les nuances de la décomposition des végétaux, soit à l'air, soit dans l'eau : les feuilles, les herbes et les bois abandonnés et gisans sur la terre, commencent par fermenter; et, s'ils sont accumulés en masses, cette effervescence est assez forte pour les échauffer au point qu'ils brûlent ou s'enflamment d'eux-mêmes : l'effervescence développe donc toutes les parties du feu fixe que les végétaux contiennent; et ces parties ignées étant une fois enlevées, le terreau produit par la décomposition de ces végétaux n'est qu'une espèce de terre qui n'est plus combustible, parce qu'elle a perdu, et, pour ainsi dire, exhalé dans l'air les principes de sa combustibilité. Dans l'eau, la décomposition est infiniment plus lente; l'effervescence insensible et ces mêmes végétaux conservent très-long-temps, et peut-être à jamais, les principes combustibles qu'ils auroient en très-peu de temps perdus dans l'air. Les tourbes nous représentent cette première décomposition des végétaux dans l'eau; la plupart ne contiennent pas de bitume et ne laissent pas de brûler. Il en est de même de tous ces bois fossiles noirs et luisans qui sont décomposés au point de ne pouvoir en connoître les espèces, et qui cependant ont conservé assez de leurs principes inflammables pour brûler, et qui ne donnent en brûlant aucune odeur de bitume : mais lorsque ces bois ont été long-temps enfouis ou submergés, ils se sont bituminisés d'eux-mêmes par le mélange de leur huile avec les acides ; et quand ces mêmes bois se sont trouvés sous des couches de terre mêlées de pyrites ou abreuvées de sucs vitrioliques, ils sont devenus pyriteux; et, dans cet état, ils donnent en brûlant une forte odeur de soufre.

En suivant cette décomposition des végétaux sur la terre, nous verrons que les herbes, les roseaux, et même les bois légers et

tendres, tels que les peupliers, les saules, donnent, en se pourrissant, un terreau noir tout semblable à la terre que l'on trouve souvent par petits lits très-minces au-dessus des mines de charbon; tandis que les bois solides, tels que le chêne, le hêtre, conservent de la solidité, même en se décomposant, et forment ces couches de bois fossiles qui se trouvent aussi très-souvent au-dessus des mines de charbon. Enfin, le terreau, par succession de temps, se change en limon ou terre végétale, qui est le dernier résidu de la décomposition de tous les êtres organisés. L'observation m'a encore démontré cette vérité : mais tout le terreau dont la décomposition se sera faite lentement, et qui ne s'étoit pas trouvé accumulé en grandes masses, n'aura par conséquent pas perdu la totalité de ses principes combustibles par une prompte fermentation; et le limon, qui n'est que le terreau même seulement plus atténué, aura aussi conservé une partie de ces mêmes principes. Le terreau, en se changeant en limon, de noir devient jaune ou roux par la dissolution du fer qu'il contient; il devient aussi onctueux et pétrissable par le développement de son huile végétale : dès-lors tout terreau et même tout limon, n'étant que les résidus des substances végétales, ont également retenu plus ou moins de leurs principes combustibles; et ce sont les couches anciennes de ces mêmes bois, terreaux et limons, lesquelles se présentent aujourd'hui sous la forme de tourbe, de bois fossile, de houille et de charbon; car il est encore necessaire, pour éviter toute confusion, de distinguer ici ces deux dernières matières, quoique la plupart des écrivains aient employé leurs noms comme synonymes : mais nous n'adopterons, avec M. de Gensanne, celui de *houille* [1] que pour

---

[1] M. Morand, de l'Académie des Sciences, qui a fait un très-grand et bon ouvrage sur le charbon de terre, a regardé, avec la plupart des minéralogistes, les noms de *houille* et de *charbon de terre* comme synonymes : il dit que, dans le pays de Liége, on distingue les matières combustibles des mines en houille grasse, en houille maigre, en charbons forts et en charbons foibles... Cette houille grasse s'emploie à Liége dans les foyers; elle se colle aisément au feu; elle rend plus de chaleur que la houille maigre..... Elle se réduit, pour la plus grande partie, en cendres grisâtres, mais plus graveleuses que celles du bois; son feu est trop ardent, et elle est trop grasse pour que les maréchaux puissent s'en servir : le feu de la houille maigre est plus foible; elle est presque généralement en usage pour les feux domestiques..... Elle dure plus long-temps au feu; et lorsque son peu de bitume est consumé, elle se réduit en braise qu'on allume, sans qu'elle donne de l'odeur ni presque de fumée. Les charbons forts sont d'une couleur noire plus décidée et plus frappante que les charbons foibles; ils sont gras au toucher et comme onctueux par la grande quantité de bitume qu'ils contiennent : ces charbons forts sont excellens dans tous les cas où il faut un feu d'une grande violence, comme dans les plus grosses forges; ils pénètrent également les parties du fer, les

ces terres noires et combustibles qui se trouvent souvent au-dessus et quelquefois au-dessous des veines de charbon, et qui sont l'un des plus sûrs indices de la présence de ces fossiles; et ces houilles ne sont autre chose qne nos terreaux [1] purs ou mêlés d'une petite quantité de bitume. La vase qui se dépose dans la mer par couches inclinées suivant la pente du terrain, et s'étend souvent à plusieurs lieues du rivage, comme à la Guiane, n'est autre chose que le terreau des arbres ou autres végétaux qui, trop accumulés sur ces terres inhabitées, sont entraînés par les aux courantes; et les huiles végétales de cette vase, saisies par les acides de la mer, deviendront, avec le temps, de véritables houilles bitumineuses, mais toujours légères et friables, comme le terreau dont elles tirent leur origine, tandis que les végétaux eux-mêmes moins décomposés, étant de même entraînés et déposés par les eaux, ont formé les véritables veines de charbon de terre, dont les caractères distinctifs et différens de ceux de la houille se reconnoissent à la pesanteur du charbon, toujours plus compacte que la houille, et au gonflement qu'il prend au feu en s'y boursouflant comme le limon, et en donnant de même une scorie plus ou moins poreuse.

Ainsi je crois pouvoir conclure de ces réflexions et observations, que l'argile n'entre que peu ou point dans la composition du charbon de terre; que le soufre n'y entre que sous la forme de matière pyriteuse qui se combine avec la substance végétale, de sorte que l'essence du charbon est entièrement de matière végétale, tant sous la forme de bitume que sous celle du végétal même. Les impressions si multipliées des différentes plantes qu'on voit dans tous les schistes limoneux qui servent de toits aux veines de charbon, sont des témoins qu'on ne peut récuser, et qui démon-

---

rendent propres à recevoir toutes sortes d'impressions, réunissent même les parties qui ne seroient pas assez liées : mais, par sa trop grande ardeur, ce charbon fort ne convient pas plus aux maréchaux que la houille grasse.

Le charbon foible est toujours un charbon qui se trouve aux extrémités d'une veine; il donne beaucoup moins de chaleur que le charbon fort, et ne peut servir qu'aux cloutiers, aux maréchaux et aux petites forges, pour lesquelles on a besoin d'un feu plus doux..... Son usage ordinaire est pour les briquetiers ou tuiliers, et pour les fours à chaux, où le feu trop violent des charbons forts pénétreroit trop précipitamment les parties de la terre et de la pierre, les diviseroit et les détruiroit... . Les charbons foibles se trouvent aussi dans les veines très-minces; ils sont toujours menus, et souvent en poussière.

[1] « C'est dans une pareille terre que j'ai trouvé, à huit pieds de profondeur, « des racines encore très-reconnoissables, environnées de terreau où l'on aperçoit « déjà quelques couches de petits cubes de charbon. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

trent que c'est aux végétaux qu'est due la substance combustible que ces schistes contiennent.

Mais, dira-t-on, ces schistes qui non-seulement couvrent, mais accompagnent et enveloppent de tous côtés et en tous lieux, les veines de charbon, sont eux-mêmes des argiles durcies et qui ne laissent pas d'être combustibles. A cela je réponds que la méprise est ici la même : ces schistes combustibles qui accompagnent la veine du charbon, sont, comme l'on voit, mêlés de la substance des végétaux dont ils portent les impressions; la même matière végétale qui a fait le fonds de la substance du charbon, a dû se mêler aussi avec le schiste voisin; et dès-lors ce n'est plus du schiste pur ou de la simple argile durcie, mais un composé de matière végétale et d'argile, un schiste limoneux imprégné de bitume, et qui dès-lors a la propriété de brûler. Il en est de même de toutes les autres terres combustibles que l'on pourroit citer; car il ne faut pas perdre de vue le principe général que nous avons établi; savoir, que rien n'est combustible que ce qui provient des corps organisés.

Après avoir considéré la nature du charbon de terre, recherché son origine, et montré que sa formation est postérieure à la naissance des végétaux, et même encore postérieure à leur destruction et à leur accumulation dans le sein de la terre, il faut maintenant examiner la direction, la situation et l'étendue des veines de cette matière, qui, quoique originaire de la surface de la terre, ne laisse pas de se trouver enfoncée à de grandes profondeurs; elle occupe même des espaces très-considérables, et se rencontre dans toutes les parties du globe. Nous sommes assurés, par des observations constantes, que la direction la plus générale des veines de charbon est du levant au couchant, et que quand cette *allure* (comme disent les ouvriers) est interrompue par une *faille*, qu'ils appellent *caprice de pierre*, la veine que cet obstacle fait tourner au nord ou au midi, reprend bientôt sa première direction du levant au couchant. Cette direction, commune au plus grand nombre des veines de charbon, est un effet particulier dépendant de l'effet général du mouvement qui a dirigé toutes les matières transportées par les eaux de la mer, et qui a rendu les pentes de tous les terrains plus rapides du côté du couchant. Les charbons de terre ont donc suivi la loi générale imprimée par le mouvement des eaux à toutes les matières qu'elles pouvoient transporter, et en même temps ils ont pris l'inclinaison de la pente du terrain sur lequel ils ont été déposés, et sur lequel ils sont disposés toujours parallèlement à cette pente; en sorte que les veines

de charbon, même les plus étendues, courent presque toutes du levant au couchant, et ont leur inclinaison au nord en même temps qu'elles sont plus ou moins inclinées dans chaque endroit, suivant la pente du terrain sur lequel elles ont été déposées; il y en a même qui approchent de la perpendiculaire : mais cette grande différence dans leur inclinaison n'empêche pas qu'en général cette inclinaison n'approche, dans chaque veine, de plus en plus de la ligne horizontale, à mesure que l'on descend plus profondément; c'est alors l'endroit que les ouvriers appellent le *plateur* de la mine, c'est-à-dire, le lieu plat et horizontal auquel aboutit la partie inclinée de la veine. Souvent, en suivant ce plateur fort loin, on trouve que la veine se relève et remonte non-seulement dans la même direction du levant au couchant, mais encore sous le même degré à très-peu près d'inclinaison qu'elle avoit avant d'arriver au plateur; mais ceci n'est qu'un effet particulier, et qui n'a été encore reconnu que dans quelques contrées, telles que le pays de Liége : il dépend de la forme primitive du terrain, comme nous l'expliquerons tout à l'heure; d'ordinaire, lorsque les veines inclinées sont arrivées à la ligne du niveau, elles ne descendent plus, et ne remontent pas de l'autre côté de cette ligne [1].

A cette disposition générale des veines, il faut ajouter un fait tout aussi général; c'est que la même veine va en augmentant d'épaisseur à mesure qu'elle s'enfonce plus profondément, et que nulle part son épaisseur n'est plus grande que tout au fond, lorsqu'on est arrivé au plateur ou ligne horizontale. Il est donc évident que ces couches ou veines de charbon qui, dans leur inclinaison, suivent la pente du terrain, et qui deviennent en même temps d'autant plus épaisses que la pente est plus douce, et encore plus épaisses dès qu'il n'y a plus de pente, suivent en cela la même loi que toutes les autres matières transportées par les eaux et déposées sur des terrains inclinés. Ces dépôts faits par alluvion sur ces terrains en pente, ne sont pas seulement composés de veines de charbon, mais encore de matières de toute espèce, comme de schistes, de grès, d'argile, de sable, de craie, de pierre calcaire,

---

[1] « L'inclinaison des veines de charbon, dit M. de Gensanne, n'affecte pas une « aire de vent déterminée; il y en a qui penchent vers le levant, d'autres vers le « couchant, et ainsi des autres points de l'horizon : elles n'ont rien de commun « non plus avec le penchant des montagnes dans lesquelles elles se trouvent. » Je dois observer que ce rapport de l'inclinaison des veines avec le penchant des montagnes a existé anciennement et nécessairement, et l'observation de M. de Gensanne doit être particularisée pour les terrains qui ont subi des changemens depuis le temps du dépôt des veines. *Voyez ci-après.*

de pyrites; et dans cet amas de matières étrangères qui séparent les veines, il s'en trouve souvent qui sont en grandes masses dures et en bancs inclinés, toujours parallèlement aux veines de charbon.

Il y a ordinairement plusieurs couches de charbon les unes au-dessus des autres, et séparées par une épaisseur de plusieurs pieds et même de plusieurs toises de ces matières étrangères. Les veines de charbon s'écartent rarement de leur direction : elles peuvent, comme nous venons de le dire, former quelque inflexion; mais elles reprennent ensuite leur première direction. Il n'en est pas absolument de même de leur inclinaison : par exemple, si la veine la plus extérieure de charbon a son inclinaison de dix degrés, la seconde veine, quoique à vingt ou trente pieds plus bas que la première, aura, dans le même endroit, la même inclinaison d'environ dix degrés; et si, en fouillant plus profondément, il se trouve une troisième, une quatrième veine, etc., elles auront encore à peu près le même degré d'inclinaison : mais ce n'est que quand elles ne sont séparées que par des couches d'une médiocre épaisseur; car si la seconde veine, par exemple, se trouve éloignée de la première par une épaisseur très-considérable, comme de cent cinquante ou deux cents pieds perpendiculaires, alors cette veine, qui est à deux cents pieds au-dessous de la première, est moins inclinée, parce qu'elle prend plus d'épaisseur à mesure qu'elle descend, et qu'il en est de même de la masse intermédiaire de matières étrangères, qui sont aussi toujours plus épaisses à une plus grande profondeur.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons un terrain en forme d'entonnoir, c'est-à-dire, une plaine environnée de collines dont les pentes soient à peu près égales : si cet entonnoir vient à se remplir par des alluvions successives, il est certain que l'eau déposera ses sédimens, tant sur les pentes que sur le fond; et, dans ce cas, les couches déposées se trouveront également épaisses en descendant d'un côté et en remontant de l'autre; mais ce dépôt formera sur le plan du fond une couche plus épaisse que sur les pentes, et cette couche du fond augmentera encore d'épaisseur par les matières qui pourront descendre de la pente : aussi les veines de charbon sont-elles, comme nous venons de le dire, toujours plus épaisses sur le plateau que dans le cours de leur inclinaison; les lits qui les séparent sont aussi plus épais par la même raison. Maintenant, si, dans ce même terrain en entonnoir, il se fait un second dépôt de la même matière de charbon, il est évident que, comme l'entonnoir est rétréci et les pentes adoucies par le premier dépôt, cette seconde veine, plus extérieure que la première, sera

un peu moins inclinée, et n'aura qu'une moindre étendue dans son plateur; en sorte que, s'il s'est formé de cette même manière plusieurs veines les unes au-dessus des autres, et chacune séparée par de grandes épaisseurs de matières étrangères, ces veines et ces matières auront d'autant plus d'inclinaison qu'elles seront plus intérieures, c'est-à-dire, plus voisines du terrain sur lequel s'est fait le premier dépôt : mais comme cette différence d'inclinaison n'est pas fort sensible dans les veines qui ne sont pas à de grandes distances les unes des autres en profondeur, les minéralogistes se sont accordés à dire que toutes les veines de charbon sont parfaitement parallèles : cependant il est sûr que cela n'est exactement vrai que quand les veines ne sont séparées que par des lits de médiocre ou petite épaisseur; car celles qui sont séparées par de grandes épaisseurs ne peuvent pas avoir la même inclinaison, à moins qu'on ne suppose un entonnoir d'un diamètre immense, c'est-à-dire, une contrée entière comme le pays de Liége, dont tout le sol est composé de veines de charbon jusqu'à une très-grande profondeur.

M. Genneté a donné l'énumération [1] de toutes les couches ou

---

[1] « Pour donner, dit-il, l'idée la plus complète de la marche variée des veines « qui garnissent un même terrain, j'ai choisi la montagne de Saint-Gilles près de « Liége, qui est presque dans le milieu de la trace où ces veines filent du levant au « couchant, et où le penchant de la montagne fait découvrir le plus grand nombre « des veines, avec les plus grandes profondeurs auxquelles on puisse les atteindre... « Le diamètre du plateau (de cette montagne) est d'environ mille pieds : c'est aussi « la longueur de la première veine...... qui s'étend de tous côtés, tant en lon- « gueur qu'en largeur, ainsi que toutes les autres qui suivent. »

	ÉPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	pi.	po.	pi.	po.
Distance du gazon à la première veine.	. .	. .	21	»
Epaisseur de cette première.	1	3		
Cette première veine n'a partout qu'un seul lit ou épaisseur uniforme : elle a un doigt d'épaisseur de *houage* (terre noire, meuble, qui se trouve dessous ou entre les bancs de houille), en-dessous; ce qui la rend très-facile à l'exploitation.				
Distance de la première à la seconde veine.	. .	. .	42	»
Epaisseur de la deuxième veine.	1	7		
Elle est séparée en deux lits par un doigt d'épaisseur de houage.				
Distance de la deuxième à la troisième veine.	. .	. .	84	»
Epaisseur de la troisième veine.	4	3		
Cette troisième veine est quelquefois séparée en deux par un ou deux pieds de roc; et à prendre la chose en général, on peut compter depuis un pied jusqu'à une et même deux toises de distance entre ces deux lits de houille, qui ne font cependant qu'une seule veine.				
Distance de la troisième à la quatrième.	. .	. .	49	»
Epaisseur de la quatrième veine.	1	7		
Elle a trois pouces de houage en bas; sa houille est bonne, et brûle comme le charbon du meilleur bois.				

veines de charbon de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége, et j'ai cru devoir en donner ici le tableau, quoiqu'il y ait beaucoup plus de fictif et de conjectural que de réel dans son exposition.

	ÉPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	pi.	po.	pi.	po.
Distance de la quatrième à la cinquième veine.	....		42	»
Epaisseur de la cinquième veine.	1	3		
Cette cinquième veine est mêlée de pierres qui prennent la moitié de son épaisseur, et la réduisent à sept ou huit pouces, divisée en trois couches; elle renferme quelquefois des pyrites sulfureuses, qui lui donnent une odeur désagréable en brûlant.				
Distance de la cinquième à la sixième veine.	....		56	»
Epaisseur de la sixième veine.	0	7		
Distance de la sixième à la septième veine.	....		56	»
Epaisseur de cette septième veine.	2	3		
La houille de cette veine est de bonne qualité; c'est à cette veine que commence à toucher la grande faille qui coupe ensuite toutes celles qui sont au-dessous.				
Distance entre la septième et la huitième veine.	....		21	»
Epaisseur de la huitième veine.	2	7		
Elle est séparée en deux par une épaisseur de deux à trois pouces de pierres, et a en-dessous environ trois pouces de houage.				
Distance de la huitième à la neuvième veine.	....		28	»
Epaisseur de la neuvième veine.	1	3		
Elle est séparée en trois branches par deux lits de pierres, qui font qu'elle ne vaut presque rien.				
Distance de la neuvième à la dixième veine.	....		35	»
Epaisseur de cette dixième veine.	1	0		
Elle est de bonne qualité, quoique difficile à exploiter.				
Distance de la dixième à la onzième veine.	....		28	»
Epaisseur de cette onzième veine.	3	3		
Elle a en-dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage, et est excellente.				
Distance de la onzième à la douzième veine.	....		91	»
Epaisseur de cette douzième veine.	1	2		
La houille de cette veine répand une mauvaise odeur en brûlant, parce qu'elle renferme des *boutures* ou *pyrites sulfureuses;* exposée à l'air pendant les pluies, celle qui est émiettée fermente et s'enflamme d'elle-même, et c'est pour cela qu'on ne peut exploiter cette veine pendant l'hiver, puisque la houille ne pourroit se conserver en tas à l'air libre pour la vente, sans accident.				
Distance de la douzième à la treizième veine.	....		21	»
Epaisseur de cette treizième veine.	1	7		
Elle est divisée en trois bancs par deux lits de pierres, d'un à deux doigts d'épaisseur, et a en-dessous environ un demi-doigt de houage.				
Distance de la treizième à la quatorzième veine.	....		98	»
Epaisseur de cette quatorzième veine.	4	0		
Elle est séparée en deux branches presque égales, par un banc de pierres noires et de veine mitoyenne (ou fausse veine terreuse, qui n'est ni de vraie houille, ni proprement terre, ni véritable pierre, mais un composé des trois fondues ensemble), le tout d'un pied d'épaisseur, et a en-dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de houage.				
Distance de la quatorzième à la quinzième veine.	....		77	»
Epaisseur de cette quinzième veine.	3	3		

Il prétend que ces veines sont au nombre de soixante-une, et que la dernière est à quatre mille cent vingt-cinq pieds liégeois de profondeur, tandis que, dans la réalité et de fait, les travaux les

	ÉPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	pi.	*po.*	*pi.*	*po.*
Elle est quelquefois séparée en deux par un lit de pierres et de matière bitumineuse; ce qui n'empêche pas que la veine ne soit excellente.				
Distance de la quinzième à la seizième veine.	. .	. .	56	»
Epaisseur de cette seizième veine.	3	0		
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois elle a trois couches; alors celle de dessus et celle de dessous sont les plus épaisses; souvent il y a un peu de houage, et souvent il n'y en a point.				
Distance de la seizième à la dix-septième veine.	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette dix-septième veine.	3	0		
Il y a un lit de deux doigts d'épaisseur qui la divise en deux branches; c'est encore ici une veine d'élite : il y a depuis deux jusqu'à cinq doigts d'épaisseur de houage sous cette veine.				
Distance de la dix-septième à la dix-huitième veine.	. .	. .	91	»
Epaisseur de cette dix-huitième veine.	1	3		
Cette veine est bonne; elle est tantôt d'une seule pièce, et tantôt de deux couches : elle a quelquefois du houage, et d'autres fois elle n'en a point.				
Distance de la dix-huitième à la dix-neuvième veine. . . .	. .	. .	87	»
Epaisseur de cette dix-neuvième veine.	5	6		
Elle a un lit de pierres qui la divise en deux branches; et ce lit n'étant que d'un pied en quelques endroits, se trouve de plusieurs pieds d'épaisseur en d'autres : il y a un demi-pied de houage sous la dernière couche du bas; la veine a quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la dix-neuvième à la vingtième veine.	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette vingtième veine.	3	0		
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois de deux couches, qui sont séparées par un doigt de houage.				
Distance de la vingtième à la vingt-unième veine.	. .	. .	98	»
Epaisseur de cette vingt-unième veine.	»	2		
Elle est souvent séparée en deux couches par un lit de sept à huit pouces de roc : celle de dessus est la plus épaisse, et est quelquefois divisée par deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-unième à la vingt-deuxième veine. . .	. .	. .	49	»
Epaisseur de cette vingt-deuxième veine.	4	0		
C'est la meilleure de toutes les veines; cependant il s'y trouve quelquefois des pyrites, mais aisées à séparer : elle a deux doigts de houage en bas.				
Distance de la vingt-deuxième à la vingt-troisième veine. .	. .	. .	28	»
Epaisseur de cette vingt-troisième veine.	1	7		
La houille donne au feu un peu de mauvaise odeur : elle a trois couches; celle d'en bas et celle d'en haut sont les plus épaisses : il y a un doigt de houage sous celle du milieu; la veine contient souvent des pyrites.				
Distance de la vingt-troisième à la vingt-quatrième veine. .	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette vingt-quatrième veine.	0	7		
Il y a un demi-pied de houage en dessous.				
Distance de la vingt-quatrième à la vingt-cinquième veine.	. .	. .	35	»
Epaisseur de cette vingt-cinquième veine.	1	2		
Elle contient beaucoup de pyrites sulfureuses, et est divisée en deux couches.				

plus profonds de la montagne de Saint-Gilles ne sont parvenus qu'à la vingt-troisième veine, laquelle ne se trouve qu'à douze cent quatre-vingt-huit pieds liégeois, c'est-à-dire, à mille soixante-treize

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	pi.	po.	pi.	po.
Distance de la vingt-cinquième à la vingt-sixième veine. .	. . . .		84	»
Epaisseur de cette vingt-sixième veine.	3	3		
Elle est aussi divisée en deux couches, et a depuis deux jusqu'à trois pouces de houage au-dessous.				
Distance de la vingt-sixième à la vingt-septième veine. . .	. . . .		45	»
Epaisseur de cette vingt-septième veine.	2	3		
Cette veine est bonne et toute d'une pièce.				
Distance de la vingt-septième à la vingt-huitième veine. .	. . . .		42	»
Epaisseur de cette vingt-huitième veine.	2	3		
Cette veine est bonne et aussi d'une seule pièce; elle a deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-huitième à la vingt-neuvième veine. .	. . . .		98	»
Epaisseur de cette vingt-neuvième veine.	5	7		
Il y a deux lits de pierres qui divisent la veine en trois; l'un de ces lits de pierres a trois pouces, et l'autre un pied d'épaisseur; elle est mise au nombre des meilleures veines, et a un pouce de houage au milieu.				
Distance de la vingt-neuvième à la trentième veine.	. . . .		24	»
Epaisseur de cette trentième veine.	3	0		
Elle est divisée en deux couches; il y a quelquefois du houage, et toujours des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trentième à la trente-unième veine	. . . .		49	»
Epaisseur de cette trente-unième veine.	2	3		
Il y a deux lits de pierres qui la divisent en trois branches, et qui ont chacun sept à huit pouces d'épaisseur: ces trois branches donnent de la houille qui est peu estimée.				
Distance de la trente-unième à la trente-deuxième veine. .	. . . .		94	»
Epaisseur de cette trente-deuxième veine.	3	0		
C'est ici une bonne veine divisée en deux couches par une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance entre la trente-deuxième et la trente-troisième veine.	. . . .		70	»
Epaisseur de cette trente-troisième veine.	4	7		
Il y a un lit de pierres de sept pouces d'épaisseur, qui la divise en deux branches à peu près égales: la houille de cette veine est un peu moins noire que celle des autres veines; il y a trois doigts de houage au-dessous.				
Distance entre la trente-troisième et la trente-quatrième veine.	. . . .		42	»
Epaisseur de cette trente-quatrième veine.	1	3		
Il y a encore ici trois couches de houille, dont la supérieure est la plus épaisse, avec un demi-doigt de houage au-dessous.				
Distance de la trente-quatrième à la trente-cinquième veine.	. . . .		70	»
Epaisseur de cette trente-cinquième veine.	3	7		
Cette trente-cinquième veine est bonne, elle a deux doigts de houage au-dessous.				
Distance de la trente-cinquième à la trente-sixième veine.	. . . .		91	»
Epaisseur de cette trente-sixième veine.	3	0		
Il y a deux lits de pierres, chacun de quatre à cinq pouces d'épaisseur, qui séparent la veine en trois branches: cette veine porte sur deux doigts de houage, et renferme quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trente-sixième à la trente-septième veine. .	. . . .		35	»

pieds de Paris de profondeur, suivant le calcul même des distances rapportées par cet auteur. Les autres travaux des environs ne sont pas aussi profonds. M. Genneté a donc eu tort de faire en-

	ÉPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	pi.	po.	pi.	po.
Epaisseur de cette trente-septième veine.	2	7		
Il y a un lit de pierres qui divise la veine en deux branches, dont la supérieure a un demi-doigt de houage; cette veine renferme quelques pyrites.				
Distance de la trente-septième à la trente-huitième veine.	. .	. .	28	»
Epaisseur de cette trente-huitième veine.	1	0		
Souvent cette veine est d'une seule pièce, et souvent elle est divisée en deux couches, dont l'inférieure porte sur une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance de la trente-huitième à la trente-neuvième veine.	. .	. .	14	»
Epaisseur de cette trente-neuvième veine.	1	5		
Cette veine a deux couches; celle de dessus est la plus épaisse, et porte sur un doigt de houage.				
Distance de la trente-neuvième à la quarantième veine. . .	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette quarantième veine.	0	7		
Distance de la quarantième à la quarante-unième veine. . .	. .	. .	56	»
Epaisseur de cette quarante-unième veine.	2	3		
Cette veine est composée de deux couches; celle de dessous est la plus épaisse, et porte sur deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-unième à la quarante-deuxième veine.	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette quarante-deuxième veine.	4	3		
Il y a un lit de pierres de deux doigts d'épaisseur, qui divise la veine en deux branches: celle de dessus est la plus forte; et celle de dessous a trois doigts de houage.				
Distance de la quarante-deuxième à la quarante-troisième veine.	. .	. .	49	»
Epaisseur de cette quarante-troisième veine.	1	7		
Distance de la quarante-troisième à la quarante-quatrième veine.	. .	. .	67	»
Epaisseur de cette quarante-quatrième veine.	3	0		
Distance de la quarante-quatrième à la quarante-cinquième veine.	. .	. .	42	»
Epaisseur de cette quarante-cinquième veine.	2	0		
Elle est divisée en deux couches; celle de dessous a deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-cinquième à la quarante-sixième veine.	. .	. .	21	»
Epaisseur de cette quarante-sixième veine.	4	0		
Distance de la quarante-sixième à la quarante-septième veine.	. .	. .	105	»
Epaisseur de cette quarante-septième veine.	2	0		
Elle est composée de deux couches; celle d'en bas a un doigt d'épaisseur de houage.				
Distance de la quarante-septième à la quarante-huitième veine.	. .	. .	70	»
Epaisseur de cette quarante-huitième veine.	0	7		
Distance de la quarante-huitième à la quarante-neuvième veine.	. .	. .	7	»
Epaisseur de cette quarante-neuvième veine.	1	3		
Distance de la quarante-neuvième à la cinquantième veine.	. .	. .	70	»
Epaisseur de cette cinquantième veine.	0	4½		
Distance de la cinquantième à la cinquante-unième veine. .	. .	. .	7	»
Epaisseur de cette cinquante-unième veine.	1	3		

tendre que les mines du pays de Liége ont été fouillées jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur ; tout ce qu'il auroit pu dire, c'est que si l'on vouloit exploiter par le sommet de la mon-

	ÉPAISSEUR des veines.		DISTANCE entre les veines.	
	pi.	po.	pi.	po.
Distance de la cinquante-unième à la cinquante-deuxième veine	....		35	»
Epaisseur de cette cinquante-deuxième veine	3	0		
Elle est divisée en deux couches ; celle de dessous a quatre pouces de houage.				
Distance de la cinquante-deuxième à la cinquante-troisième veine	....		84	»
Epaisseur de cette cinquante-troisième veine	4	0		
Il y a un lit de pierres d'un pied d'épaisseur, qui divise la veine en deux branches ; celle d'en bas a un pied de houage.				
Distance de la cinquante-troisième à la cinquante-quatrième veine	....		70	»
Epaisseur de cette cinquante-quatrième veine	3	3		
Elle est difficile à exploiter à cause des pierres qui s'y trouvent mêlées.				
Distance de la cinquante-quatrième à la cinquante-cinquième veine	....		56	»
Epaisseur de cette cinquante-cinquième veine	3	3		
Cette veine est bonne, facile à exploiter, avec trois pouces de houage en-dessous.				
Distance de la cinquante-cinquième à la cinquante sixième veine	....		84	»
Epaisseur de cette cinquante-sixième veine	1	7		
Elle est divisée en deux couches ; celle de dessus est la plus épaisse, et porte sur un doigt d'épaisseur de houage : il y a ici une faille dont on a déjà parlé, qui a quatre cent vingt pieds d'épaisseur, et qui sépare la cinquante-sixième veine de la cinquante-septième.				
Distance de la cinquante-sixième à la cinquante-septième veine	....		420	»
Epaisseur de cette cinquante-septième veine	2	7		
Il y a un lit de pierres qui, depuis trois pouces, s'élargit jusqu'à vingt et vingt-un pieds, et divise ainsi la veine en deux branches.				
Distance de la cinquante-septième à la cinquante-huitième veine	....		105	»
Epaisseur de cette cinquante-huitième veine	1	0		
Distance de la cinquante-huitième à la cinquante-neuvième veine	....		126	»
Epaisseur de cette cinquante-neuvième veine	3	3		
Elle est divisée en deux couches par deux doigts d'épaisseur de houage, et contient beaucoup de pyrites.				
Distance de la cinquante-neuvième à la soixantième veine	....		154	»
Epaisseur de cette soixantième veine	1	2		
Distance de la soixantième à la soixante-unième veine	....		126	»
Epaisseur de cette soixante-unième et dernière veine	3	8		
Cette veine est d'élite ; elle porte sur trois pouces de houage, et est divisée en deux couches.				

M. Genneté ajoute que le houage se trouve toujours sous les veines ou bien entre elles, et que toutes celles où il y a de cette espèce de terre sont plus faciles à exploiter que les autres, parce que l'on y fait entrer aisément les coins de fer pour détacher la houille et l'enlever en morceaux.

tagne de Saint-Gilles sa soixante-unième veine, il faudroit creuser jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur perpendiculaire, c'est-à-dire, à trois mille quatre cent trente-huit pieds de Paris, si toutefois cette veine conserve la même courbure qu'il lui suppose. Rejetant donc comme conjecturales et peut-être imaginaires toutes les veines supposées par M. Genneté au-delà de la vingt-troisième, qui est la plus profonde de toutes celles qui ont été fouillées, et n'en comptant en effet que vingt-trois au lieu de soixante-une, on verra, par la comparaison entre elles de ces veines de charbon, toutes situées les unes au-dessous des autres, que leur épaisseur n'est pas relative à la profondeur où elles gisent; car dans le nombre des veines supérieures, de celles du milieu et des inférieures, il s'en trouve qui sont à peu près également épaisses ou minces, sans aucune règle ni aucun rapport avec leur situation en profondeur.

On verra aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les veines de charbon, n'influe pas sur leur épaisseur propre.

Il en est encore de même de la bonne ou mauvaise qualité des charbons; elle n'a nul rapport ici avec les différentes profondeurs d'où on les tire : car on voit par le tableau que le meilleur charbon de ces vingt-trois veines est celui qui s'est trouvé dans les quatrième, septième, dixième, onzième, quinzième, dix-septième, dix-huitième et vingt-deuxième veines; en sorte que, dans les veines les plus basses, ainsi que dans celles du milieu, et dans les plus extérieures, il se trouve également du très-bon, du médiocre et du mauvais charbon. Cela prouve encore que c'est une même matière, amenée et déposée par les mêmes moyens, qui a formé les unes et les autres de ces différentes veines, et qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre n'a pas changé leur nature, ni même leur qualité, puisque les plus profondes et par conséquent les plus anciennement déposées sont absolument de la même essence et qualité que les plus modernes; mais cela n'empêche pas qu'ici, comme ailleurs, la partie du milieu et le fond de la veine ne soient toujours celles où se trouve le meilleur charbon : celui de la partie supérieure est toujours plus maigre et plus léger; et à mesure que les rameaux de la veine approchent plus de la surface de la terre, le charbon en est moins compacte, et il paroît avoir été altéré par la stillation des eaux.

Dans ces vingt-trois veines, il y en a huit de très-bon charbon, dix de médiocre qualité, et cinq qui donnent une très-mauvaise odeur par la grande quantité de pyrites qu'elles contien-

nent; et comme l'une de ces veines pyriteuses se trouve être la dernière, c'est-à-dire, la vingt-troisième, on voit que les pyrites, qui ne se forment ordinairement qu'à de médiocres profondeurs, ne laissent pas de se trouver à plus de douze cent quatre-vingts pieds liégeois dans l'intérieur de la terre, ou mille soixante-treize pieds de Paris; ce qui me démontre qu'elles y ont été déposées en même temps que la matière végétale, qui fait le fond de la substance du charbon.

On voit encore, en comparant les épaisseurs de ces différentes veines, qu'elles varient depuis sept pouces jusqu'à cinq pieds et demi, et que celle des lits qui les séparent varie depuis vingt-un pieds jusqu'à quatre-vingt-dix-huit, mais sans aucune proportion ni relation des unes aux autres. Les veines les plus épaisses sont les troisième, quatorzième, dix-neuvième, vingt-deuxième; et la plus mince est la sixième.

Au reste, dans une même montagne, et souvent dans une contrée toute entière, les veines de charbon ne varient pas beaucoup par leur épaisseur, et l'on peut juger dès la première veine de ce qu'on peut attendre des suivantes; car si cette veine est mince, toutes les autres le seront aussi : au contraire, si la première veine qu'on découvre se trouve épaisse, on peut présumer avec fondement que celles qui sont au-dessous ont de même une forte épaisseur.

Dans les différens pays, quoique la direction des veines soit partout assez constante, et toujours du levant au couchant, leur situation varie autant que leur inclinaison. On vient de voir que, dans celui de Liége, elles se trouvent, pour ainsi dire, à toutes profondeurs. Dans le Hainaut, aux villages d'Anzin, de Fresnes, etc., elles sont fort inclinées avant d'arriver à leur plateur, et se trouvent à trente ou trente-quatre toises au-dessous de la surface du terrain, tandis que, dans le Forès, elles sont presque horizontales et à fleur de terre, c'est-à-dire, à deux ou trois pieds au-dessous de sa surface. Il en est à peu près de même en Bourgogne, à Montcenis, Épinac, etc., où les premières veines ne sont qu'à quelques pieds. Dans le Bourbonnais, à Fins, elles se trouvent à deux, trois ou quatre toises, et sont peu inclinées, tandis qu'en Anjou, à Saint-George, Châtel-Oison et Concourson, où elles remontent à la surface, c'est-à-dire, à deux, trois et quatre pieds, elles ont, dans leur commencement, une si forte inclinaison, qu'elles approchent de la perpendiculaire; et ces veines, presque verticales à leurorigine, ne font plateur qu'à sept cents pieds de profondeur.

Nous avons dit [1] que les mines d'ardoise et celles de charbon de terre avoient bien des rapports entre elles par leur situation et leur formation; ceci nous en fournit une nouvelle preuve de fait, puisqu'en Anjou, où les ardoises sont posées presque perpendiculairement, les charbons se trouvent souvent de même dans cette situation perpendiculaire. Dans l'Albigeois, à Carmeaux, la veine de charbon ne se trouve qu'à deux cents pieds, et elle fait son plateur à quatre cents pieds.

L'épaisseur des veines est aussi très-différente dans les différens lieux. On vient de voir que toutes celles du pays de Liége sont très-minces, puisque les plus fortes n'ont que cinq pieds et demi d'épaisseur dans la montagne de Saint-Gilles, et sept pieds dans quelques autres contrées de ce même pays. Mais il y a deux manières dont les charbons ont été déposés : la première, en veines étendues sur des terrains en pente, et la seconde, en masses sur le fond des vallées; et ces dépôts en masses seront toujours plus épais que les veines en pente. Il y a de ces masses de charbon qui ont jusqu'à dix toises d'épaisseur. Or, si les veines étoient partout très-minces, on pourroit imaginer, avec M. Genneté, qu'elles ne sont en effet produites que par le suintement des bitumes des grosses couches intermédiaires. Mais comment concevoir qu'une masse de dix toises d'épaisseur ait pu se produire par cette voie? On ne peut donc pas douter que ces masses si épaisses ne soient des dépôts de matière végétale accumulée l'une sur l'autre quelquefois jusqu'à soixante pieds d'épaisseur.

Quoique les veines soient à peu près parallèles les unes au-dessus des autres, cependant il arrive souvent qu'elles s'approchent ou s'éloignent beaucoup, en laissant entre elles de plus ou moins grandes distances en hauteur; et ces intervalles sont toujours remplis de matières étrangères, dont les épaisseurs sont aussi variables et toujours beaucoup plus fortes que celle des couches de charbon : celles-ci sont en général assez minces, et communément elles sont d'un pied, deux pieds, jusqu'à six ou sept d'épaisseur; celles qui sont beaucoup plus épaisses ne sont pas des couches ou veines qui se prolongent régulièrement, mais plutôt, comme nous venons de l'exposer, des amas ou masses en dépôts qui ne se trouvent que dans quelques endroits, et dont l'étendue n'est pas considérable.

Les mines de charbon les plus profondes que l'on connoisse en Europe, sont celles du comté de Namur, qu'on assure être fouil-

---

[1] *Époques de la Nature.*

lées jusqu'à deux mille quatre cents pieds du pays, ce qui revient à peu près à deux mille pieds de France; celles de Liége, où l'on est descendu à mille soixante-treize pieds : celle de Whitehaven, près de Moresby, qui passe pour être la plus profonde de toute la Grande-Bretagne, n'a que cent trente brasses, c'est-à-dire, six cent quatre-vingt-treize de nos pieds; on y compte vingt couches ou veines de charbon les unes au-dessous des autres.

Dans toutes les mines de charbon, et dans quelque pays que ce soit, les surfaces du banc de charbon par lesquelles il est appliqué au toit et au sol, sont lisses, luisantes et polies, et on trouve souvent de petits lits durs et pierreux dans la veine même du charbon, lesquels la traversent et la suivent horizontalement. Le cours des veines est aussi assez fréquemment gêné ou interrompu par des bancs de pierre qu'on appelle des *creins*: ils n'ont ordinairement que peu d'étendue; mais ils sont souvent d'une matière si dure, qu'ils résistent à tous les instrumens. Ces creins partent du toit ou du sol de la veine, et quelquefois de tous les deux; ils sont de la même nature que le banc inférieur ou supérieur auquel ils sont attachés. Les failles dont nous avons parlé sont d'une étendue bien plus considérable que les creins, et souvent elles terminent la veine, ou du moins l'interrompent entièrement et dans une grande longueur; elles partent de la plus grande profondeur, traversent toutes les veines et autres matières intermédiaires, et montent quelquefois jusqu'à la surface du terrain. Dans le pays de Liége, elles ont pour la plupart quinze ou vingt toises d'épaisseur, sans aucune direction ni inclinaison réglées; il y en a de verticales, d'obliques et d'horizontales en tous sens : elles ne sont pas de la même substance dans toute leur étendue; ce ne sont que d'énormes fragmens de schiste, de roche, de grès, ou d'autres matières pierreuses superposées irrégulièrement, qui semblent s'être éboulées dans les vides de la terre.

Les schistes qui couvrent et enveloppent les veines sont souvent mêlés de terre limoneuse, et presque toujours imprégnés de bitume et de matières pyriteuses; ils contiennent aussi des parties ferrugineuses, et deviennent rouges par l'action du feu : plusieurs de ces schistes sont combustibles. On a des exemples de bonnes veines de charbon qui se sont trouvées au-dessous d'une mine de fer, et dans lesquelles le schiste qui sert de toit au charbon, est plus ferrugineux que les autres schistes; il y en a qui sont presque entièrement pyriteux, et les charbons qu'ils recouvrent ont un enduit doré et varié d'autres couleurs luisantes. Ces charbons pyriteux conservent même ces couleurs après avoir subi l'action du

feu : mais ils les perdent bientôt s'ils demeurent exposés aux injures de l'air; car il n'y a pas de soufre en nature dans les charbons de terre, mais seulement de la pyrite plus ou moins décomposée; et comme le fer est bien plus abondant que le cuivre dans le sein de la terre, la quantité des pyrites ferrugineuses ou martiales étant beaucoup plus grande que celle des pyrites cuivreuses presque toutes les veines de charbon sont mêlées de pyrites martiales, et ce n'est qu'en très-peu d'endroits où il s'en trouve de mélangées avec les pyrites cuivreuses.

Lors donc qu'il se trouve du sonfre en nature dans quelques mines de charbon, comme dans celle de Whitehaven en Angleterre, où le schiste qui fait l'enveloppe de la veine de charbon est entièrement incrusté de soufre, cet effet ne provient que du feu accidentel qui s'est allumé dans ces mines par l'effervescence des pyrites et l'inflammation de leurs vapeurs. Les mines de charbon dans lesquelles il ne s'est fait aucun incendie, ne contiennent point de soufre naturel, quoique presque toutes soient mêlées d'une plus ou moins grande quantité de parties pyriteuses.

Ces charbons pyriteux sont donc imprégnés de l'acide vitriolique et des terres minérales et végétales qui servent de base à l'acide pour la composition de la pyrite. Ces charbons se décomposent à l'air, et très-souvent il se produit à leur surface des filets d'alun par leur efflorescence; par exemple, les eaux qui sortent des mines de Montcenis en Bourgogne sont très-alumineuses, et il n'est pas même rare de trouver des terres alumineuses près des charbons de terre. On tire aussi quelquefois de l'alun de la substance même du charbon; on en a des exemples dans la mine de Laval en France, dans celle de Nordhausen en Allemagne, et dans celle du pays de Liége, où M. Morand a trouvé une grande quantité d'alun formé en cristaux sur les pierres schisteuses du toit des veines de charbon. « Le territoire de ce pays, dit-il, ouvert pour « les mines de houille, l'est également pour des terres d'alun dont « les mines sont appelées *alunières.* »

L'alun n'est pas le seul sel qui se trouve dans les charbons de terre; il y a certaines mines de charbon, comme celles de Nicolaï en Silésie, qni contiennent du sel marin, et dont on tire des pierres quelquefois recouvertes d'une grande quantité de sel gemme. En général, tout ce qui entre dans la composition des pyrites et de la terre végétale, doit se trouver dans les charbons de terre; car la décomposition de ces substances végétales et pyriteuses y répand tous les sels formés de l'union des acides avec les terres végétales et ferrugineuses.

Quoique nous ayons dit que les veines de charbon étoient ordinairement couvertes et enveloppées par un schiste plus ou moins mêlé de terre végétale ou limoneuse, ce n'est cependant pas une règle sans exception ; car il y a quelques mines où le toit et le sol de la veine de charbon sont de grès, et même de pierre calcaire plus ou moins dure; on en a des exemples dans les mines des territoires de Mons, de Juliers, et dans certains endroits de l'Allemagne cités par le savant chimiste M. Lehmann. On peut voir dans le troisième volume de ses *Essais sur l'histoire naturelle des couches de la terre*, tous les lits qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre en Misnie près de Vettin et de Loébegin; en Thuringe, dans le comté de Hohenstein, dans tout le terrain qui environne le Hartz jusqu'auprès du comté de Mansfeld; et encore les mines du duché de Brunswick près de Helmstadt. On voit dans le tableau que M. Lehmann donne de ces différens lits, que les veines de charbon se trouvent également sous le schiste, sous une matière spatheuse, sous des pierres feuilletées composées d'argile et d'un peu de pierre calcaire, etc.; et l'on peut observer que, dans les lits qui séparent les différentes veines de charbon, il n'y a ni ordre de matières ni suite régulière, et que ces lits sont, dans tous les autres terrains à charbon, comme jetés au hasard, l'argile sur la marne, la pierre calcaire sur le schiste, les substances spathiques sur les sables argileux, etc.

Dans l'immense quantité de décombres et de débris de toute espèce qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre, il se trouve quelquefois des métaux, des demi-métaux ou minéraux métalliques; le fer y est abondamment répandu sous la forme d'ocre, et quelquefois en grains de mine; le cuivre et l'argent s'y trouvent plus rarement, et l'on doit regarder comme chose extraordinaire ce que l'on raconte de la mine de charbon de Chemnitz en Saxe, qui contient un très-beau vert-de-gris, et produit dans certains essais trente livres de bon cuivre de rosette et cinq onces et demie d'argent par quintal : il me paroît évident que cette quantité de cuivre et d'argent ne se trouve pas dans un quintal de charbon, et qu'on doit regarder cette mine de cuivre comme isolée et séparée de celle du charbon. Il en est à peu près de même des mines de calamine, qui sont assez fréquentes dans le pays de Liége. Toutes les mines métalliques de seconde formation peuvent se trouver, comme celles de charbon, dans les couches de la terre qui sont elles-mêmes d'une formation secondaire; il peut, par cette même raison, se trouver quelques filets ou grains

de métal charriés et déposés par la stillation des eaux dans le charbon de terre, qui se seront formés dans cette matière de la même manière qu'ils se forment dans toutes les autres couches de la terre. Ces mines métalliques secondaires et parasites tirent leur origine des anciens filons, et n'en sont que des particules détachées par l'eau ou déposées dans le sein de la terre par la décomposition des anciens filons métalliques; et ce n'est que par ce moyen qu'il peut se trouver quelquefois dans le charbon de terre, comme dans toute autre matière, de petites portions de métaux. M. Kurella en donne quelques exemples; il cite un morceau de charbon de terre qui laissoit apercevoir une mine d'argent pur, et ce morceau venoit apparemment des mines de Hesse, dans le charbon desquelles on trouve en effet un peu d'argent assez pur : celle de Richenffein en Silésie contient de l'or; une de celles du comté de Buckingham dans la Grande-Bretagne, donne du plomb; et M. Morand dit que l'étain se trouve aussi quelquefois dans le charbon de terre. Tous les métaux peuvent donc s'y trouver, mais en parcelles et en débris, comme toutes les autres matières qui sont de formation secondaire.

Nous devons encore observer, au sujet des veines, des couches et des masses de charbon, qu'il s'en trouve très-souvent de grands amas qui ne se prolongent pas au loin en veines régulières, et qui néanmoins occupent des espaces assez grands. Ces amas ont dû se former toutes les fois que les arbres et autres matières végétales se sont trouvés amoncelés sur des fonds creux environnés d'éminences : ainsi ces amas n'ont point de communication entre eux, et ne sont pas disposés par veines dirigées du levant au couchant. Ces mines en masses sont bien plus faciles à exploiter que les mines en veines; elles sont ordinairement plus épaisses et situées moins profondément. Dans le Bourbonnais, l'Auvergne, le Forès et la Bourgogne, et dans plusieurs autres provinces de France, les mines dont on tire le plus de charbon sont en amas, et non pas en veines prolongées; elles ont ordinairement huit et dix pieds d'épaisseur de charbon, et souvent beaucoup plus.

Mais, comme nous l'avons dit, toutes les mines de charbon, soit en veines ou en amas, ne se trouvent que dans les couches de seconde formation. dont les matières ont été amenées et déposées par les eaux de la mer; on n'en a jamais trouvé dans les grandes masses vitreuses de première formation, telles que les quarz, les jaspes et les granites : c'est toujours dans les collines et montagnes du second ordre, et surtout dans celles dont la construction par

bancs est la plus irrégulière, que gisent ces amas et ces veines de charbon; et la plus grande partie de la masse de ces montagnes est d'ordinaire un schiste ou une argile différemment modifiée; souvent aussi ce sont des grès plus ou moins décomposés, ou des pierres calcaires plus ou moins dures, ou des terres presque toujours imprégnées de matières pyriteuses qui leur donnent plus de pesanteur et une grande dureté. M. Lehmann dit avec quelque raison que le schiste qui sert presque toujours d'assise et de plancher au charbon de terre, n'est qu'une argile durcie, feuilletée, sulfureuse, alumineuse et bitumineuse. Mais je ne vois pas comment on peut en conclure avec lui que ce schiste est bitumineux lorsque sa portion argileuse a été imprégnée d'acide vitriolique, et qu'il est fétide lorsque cette même portion argileuse a été imprégnée d'acide marin; car le bitume ne se forme pas par le mélange de la terre argileuse avec l'acide vitriolique, mais par celui de ce même acide avec l'huile des végétaux, à moins que cet habile chimiste n'ait, comme M. de Gensanne, pris le limon ou la terre limoneuse pour de l'argile. Il ajoute que des observations réitérées ont fait connoître que ces schistes, ardoises ou pierres feuilletées, occupent la partie du milieu du terrain sur lequel les mines de charbon sont portées, et que ces mines occupent toujours la partie la plus basse; ce qui n'est pas encore exactement vrai, puisque l'on trouve souvent des couches de schiste au-dessous des veines de charbon.

Les mines de charbon les plus aisées à exploiter ne sont pas celles qui sont dans les plaines ou dans le fond des vallons; ce sont au contraire celles qui gisent en montagne, et desquelles on peut tirer les eaux par des galeries latérales, tandis que, dans les plaines, il faut des pompes ou d'autres machines pour élever les eaux, qui sont quelquefois en telle abondance, qu'on est obligé d'abandonner les travaux et de renoncer à l'exploitation de ces mines noyées; et ces eaux, lorsqu'elles ont croupi, prennent souvent une qualité funeste : l'air s'y corrompt aussi dès qu'il n'a pas une libre circulation. Les accidens causés par les vapeurs qui s'élèvent de ces mines, sont peut-être aussi fréquens que dans les mines métalliques. Le docteur Lister est le premier qui ait observé la nature de ces vapeurs; il en distingue quatre sortes. La première, qu'il nomme *exhalaison fleurs de pois*, parce qu'elle a l'odeur de cette fleur, n'est pas mortelle, et ne se fait guère sentir qu'en été. La seconde, qu'il appelle *exhalaison fulminante*, produit en effet un éclair et une forte détonation, en prenant feu à l'approche d'une chandelle; et l'on a remarqué qu'elle ne s'en-

flammoit pas par les étincelles du briquet, en sorte que, pour éclairer les ouvriers dans ces profondeurs entièrement obscures, on s'est quelquefois servi d'une meule, qui, frottée continuellement contre des morceaux d'acier, produisoit assez d'étincelles pour leur donner de la lumière sans courir le risque d'enflammer la vapeur. La troisième, qu'il regarde comme l'exhalaison commune et ordinaire dans toutes ces mines, est un mauvais air qu'on a peine à respirer : on reconnoît la présence de cette exhalaison à la flamme d'une chandelle qui commence par tourner et diminuer jusqu'à extinction; il en seroit de même de la vie, si l'on s'obstinoit à demeurer dans cet air qui paroît avoir perdu partie de son élasticité. Enfin la quatrième vapeur est celle que Lister nomme *exhalaison globuleuse :* c'est un amas de ce même mauvais air qui s'attache à la voûte de la mine en forme de ballon, dont l'enveloppe n'est pas plus épaisse qu'une toile d'araignée; lorsque ce ballon vient à s'ouvrir, la vapeur qui en sort suffoque, étouffe ceux qui la respirent. Je crois, avec M. Morand, qu'on peut réduire ces quatre sortes de vapeurs à deux. L'une n'est qu'un simple brouillard de mauvais air, auquel nous donnerons le nom de *moufette* ou *pousse ;* cet air, qui éteint les lumières et fait périr les hommes, est l'acide aérien ou air fixe, aujourd'hui bien connu, qui existe plus ou moins dans tout air, et qui n'a pu être encore ni composé ni décomposé par l'art; les ventilateurs et le feu lui-même ne le purifient pas, et ne font que le déplacer : il faut donc entretenir une libre circulation dans les mines. Cette vapeur devient plus abondante lorsque les travaux ont été interrompus pendant quelques jours; et dans les grandes chaleurs de l'été, le brouillard est quelquefois si fort, qu'on est obligé de cesser les ouvrages : il se condense souvent en filets qui voltigent; et ce sont apparemment ces filets réunis qui forment les globes dont parle Lister. La seconde exhalaison est la vapeur qui s'enflamme et qu'on appelle *feu grieux ;* c'est vraiment de l'air inflammable tout pareil à celui qui sort des marais et de toutes les eaux croupies : cet air siffle et pétille dans certains charbons, surtout lorsqu'ils sont amoncelés; ils s'enflamment quelquefois d'eux-mêmes comme le feroient des pyrites entassées. Les ouvriers savent reconnoître qu'ils sont menacés de cette exhalaison, et qu'elle va s'allumer par l'effet très-naturel qu'elle produit de repousser l'air de l'endroit d'où elle vient; aussi, dès qu'ils s'en aperçoivent, il se hâtent d'éteindre leurs chandelles : ils sont encore avertis par les étincelles bleuâtres que la flamme de ces chandelles jette alors en assez grande quantité.

Les mauvais effets de toutes ces exhalaisons peuvent être prévenus en purifiant l'air par le feu, et surtout en lui donnant une grande et libre circulation. Souvent les ventilateurs et les puits d'air ne suffisent pas; il faut établir dans les mines des fourneaux d'aspiration. Au reste, ce n'est guère que dans les mines où le charbon est très-pyriteux, que ce feu grieux s'allume; et l'on a observé qu'il est plus fréquent dans celles où les eaux croupissent : mais, dans les mines de charbon purement bitumineux ou peu mélangé de parties pyriteuses, cette vapeur inflammable ne se manifeste point et n'existe peut-être pas.

Comme il y a plusieurs charbons de terre qui sont extrêmement pyriteux, les embrasemens spontanés sont assez fréquens dans leurs mines; et quand une fois le feu s'est allumé, il est non-seulement durable, mais perpétuel : on en a plusieurs exemples, et l'on a vainement tenté d'arrêter le progrès de cet incendie souterrain, dont l'effet peu violent n'est pas accompagné de fortes explosions, et n'est nuisible que par la perte du charbon qu'il consume. Souvent ces mines ont été enflammées par les vapeurs mêmes qu'elles exhalent, et qui prennent feu à l'approche des chandelles allumées pour éclairer les ouvriers[1].

Dans le travail des mines de charbon de terre, l'on est toujours plus ou moins incommodé par les eaux; les unes y coulent en sources vives, les autres n'y tombent qu'en suintant par les fentes des rochers et des terres supérieures, et les mineurs les plus expérimentés assurent que plus ils creusent, plus les eaux diminuent, et qu'elles sont plus abondantes vers la superficie. Cette observation est conforme aux idées qu'on doit avoir de la quantité des eaux souterraines, qui, ne tirant leur origine que des eaux pluviales, sont d'autant plus ou moins abondantes qu'elles ont d'épaisseur de terre à traverser; et ce ne doit être que quand on laisse tomber les eaux des excavations supérieures dans les travaux in-

---

[1] Je dois observer que les auteurs qui ont avancé, comme on le voit ici, que c'est la vapeur sulfureuse qui s'enflamme, se sont trompés; cette vapeur sulfureuse, loin de s'allumer, éteint au contraire les chandelles allumées : c'est donc à l'air inflammable, et non à la vapeur sulfureuse, qu'il faut attribuer l'inflammation dans les mines de charbon. Mais la cause la plus commune de l'embrasement des mines de charbon, est l'inflammation des pyrites par l'humidité de la terre lorsqu'elle est abreuvée d'eau; on ne peut parvenir à étouffer ce feu qu'en inondant, pendant un certain temps, toute la mine incendiée. Ces accidens sont très-fréquens dans les mines de charbon qui ont été exploitées sans ordre par les paysans : la quantité de puits et d'ouvertures qu'ils ont laissés sur la direction des veines, sont autant de réceptacles aux eaux de pluie, qui, venant à rencontrer des pyrites, causent ces incendies.

férieurs, qu'elles paroissent être en plus grande quantité à cette profondeur plus grande. Enfin on a aussi observé que l'étendue superficielle et la direction des suintemens et du volume des sources souterraines, varient selon les différentes couches des matières où elles se trouvent.

Tout le monde sait que l'eau qui ne peut se répandre, remonte à la même hauteur dont elle est descendue; rien ne démontre mieux que les eaux souterraines, même les plus profondes, proviennent uniquement des eaux de la superficie, puisqu'en perçant la terre jusqu'à cette profondeur avec des tarières, on se procure des eaux jaillissantes à la surface : mais, lorsqu'au lieu de former un siphon dans la terre, comme l'on fait avec la tarière, on y perce de larges puits et des galeries, l'eau s'épanche au lieu de remonter, et se ramasse en si grande quantité, que l'épuisement en est quelquefois au-dessus de toutes nos forces et des ressources de l'art. Les machines les plus puissantes que l'on emploie dans les mines de charbon, sont les pompes à feu, dont ordinairement on peut augmenter les effets autant qu'il est nécessaire pour se débarrasser des eaux, et sans qu'il en coûte d'autres frais que ceux de la construction de la machine, puisque c'est le charbon même de la mine qui sert d'aliment au feu, dont l'action, par le moyen des vapeurs de l'eau bouillante, fait mouvoir les pistons de la pompe; mais quand la profondeur est très-grande et que les eaux sont trop abondantes, cette machine, la meilleure de toutes, n'a pas encore assez de puissance pour les épuiser.

Les eaux qui coulent dans les terres voisines des mines de charbon, sont de qualités différentes : il y en a de très-pures et bonnes à boire; mais ce ne sont que celles qui viennent des terres situées au-dessus des charbons : celles qui se trouvent dans le fond de leur mine, sont quelquefois bitumineuses, et plus souvent vitrioliques et alumineuses; l'alun ou le vitriol martial qu'elles tiennent en dissolution, sont eux-mêmes très-souvent altérés par différens mélanges : mais de quelque qualité que soient les eaux, celles qui croupissent dans la profondeur des mines, les rendent souvent inabordables par les vapeurs funestes qu'elles produisent. L'air et l'eau ont également besoin d'être agités sans cesse pour conserver leur salubrité; l'état de stagnation dans ces deux élémens est bientôt suivi de la corruption, et l'on ne sauroit donner trop d'attention, dans les travaux des mines, à la liberté de mouvement et de circulation toujours nécessaires à ces deux élémens.

Après avoir exposé les faits qui ont rapport à la nature des char-

bons de terre, à leur formation, leur gisement, la direction, l'étendue, l'épaisseur de leurs veines en général, il est bon d'entrer dans le détail particulier des différentes mines qui ont été et qui sont encore travaillées avec succès, tant en France que dans les pays étrangers. et de montrer que cette matière se trouve partout où l'on sait la chercher; après quoi nous donnerons les moyens qu'il faut employer pour en faire usage et la substituer sans inconvénient au bois et au charbon de bois dans nos fourneaux, nos poêles et nos cheminées.

Il y a dans la seule étendue du royaume de France plus de quatre cents mines de charbon de terre en pleine exploitation; et ce nombre, quoique très-considérable, ne fait peut-être pas la dixième partie de celles qu'on pourroit y trouver. Dans toutes ou presque toutes ces mines, il y a trois ou quatre sortes de charbon: le charbon pur, qui est ordinairement au centre de la veine; le charbon pierreux, communément mêlé de plus ou moins de matières calcaires ou de grès; le charbon schisteux, et le charbon pyriteux. Ceux qui contiennent du schiste sont les plus rares de tous; et cela seul prouveroit que la substance principale du charbon ne peut être de l'argile, puisque le vrai schiste n'est lui-même qu'une argile durcie. Il y a des charbons qui se trouvent pyriteux dans toute l'épaisseur et l'étendue de leur veine; ce sont les moins propres de tous aux travaux de la métallurgie : mais comme on peut les épurer en les faisant cuire, et qu'ordinairement ils contiennent moins de bitume que les autres, ils donnent aussi moins de fumée, et conviennent souvent mieux pour l'usage des cheminées que les charbons trop chargés de bitume. La grande quantité de soufre qui se forme par la combustion des premiers, ne peut qu'altérer les métaux, surtout le fer, que la plus petite quantité d'acide sulfureux suffit pour rendre aigre et cassant. Le charbon pierreux ne se trouve pas dans le centre des veines, à moins qu'elles ne soient fort minces; il est ordinairement situé le long des parois et sur le fond des bancs pierreux qui forment le toit et le sol de la veine. Les charbons schisteux sont de même situés sur le sol ou sous le toit schisteux de la veine. Ces charbons pierreux ou schisteux ne sont pas d'un meilleur usage que le charbon pyriteux, et ils ont encore le désavantage de ne pouvoir être épurés, à cause de la grande quantité de leurs parties pierreuses ou schisteuses : il ne reste donc, à vrai dire, que le charbon de la première sorte, c'est-à-dire, le charbon pur dont on puisse faire une matière avantageusement combustible, et propre à remplacer le charbon de bois dans tous les emplois qu'on en peut faire.

Et dans ce charbon de la première sorte, et le meilleur de tous, on distingue encore celui qui se tire en gros blocs, que l'on appelle *charbon pérat*, dont la qualité est néanmoins la même que celle du charbon plus menu [1] qui se nomme *charbon maréchal*. Le charbon pérat a pris ce nom aux mines de Rive-de-Gier, et il n'est ainsi appelé que quand il est en gros morceaux : c'est par cette seule raison de son gros volume qu'il est plus estimé pour les grilles des teintures et des fourneaux; mais il n'est pas pour cela d'une qualité supérieure au charbon *maréchal*, car l'un et l'autre se tirent de la même veine, et l'on distingue par le volume trois sortes de charbon : le *pérat* est celui qui arrive à la superficie du terrain en gros morceaux et sans être brisé; le second, qui est en morceaux de médiocre grosseur, se nomme *charbon grêle*, et ce n'est que celui qui est émietté, ou qui est composé des débris des deux autres, qu'on appelle *charbon maréchal*. Le bon charbon pèse de cinquante-cinq à soixante livres le pied cube; mais cette estimation est difficile à faire avec précision, surtout pour le charbon qui se brise en le tirant. Les charbons les plus pesans sont souvent les plus mauvais, parce que leur grande pesanteur ne vient que de la grande quantité de parties pyriteuses, terreuses ou schisteuses, qu'ils contiennent. Les charbons trop légers pèchent par un autre défaut; c'est de ne donner que peu de chaleur en brûlant et de se consumer trop vite. Pour que la qualité du charbon soit parfaite, il faut que la matière végétale qui en fait le fond, ait été bituminisée dans son premier état de décomposition, c'est-à-dire, avant que cette substance ait été décomposée par la pourriture; car, quand le végétal est trop détruit, l'acide ne peut en bituminiser l'huile qui n'y existe plus. Cette matière végétale qui n'a subi que les premiers effets de la décomposition, aura dès-lors conservé toutes ses parties combustibles, et le bitume, qui par lui-même est une huile inflammable, couvrant et pénétrant cette substance végétale, le composé de ces deux matières doit contenir, sous le même volume, beaucoup plus de parties combustibles que le bois : aussi la chaleur du charbon de terre est-elle bien plus forte et plus durable que celle du charbon végétal.

Ce que je viens de dire au sujet de la décomposition plus ou moins grande de la matière végétale dans les charbons de terre, peut se démontrer par les faits. On trouve au-dessus de quelques

---

[1] *Charbon pérat* est une dénomination locale, qui signifie *charbon pierreux* ou *charbon de pierre*.

mines de charbon des bois fossiles, dans lesquels l'organisation est presque aussi apparente que dans les arbres de nos forêts; ensuite on trouve très-communément des veines d'autres bois qui ne diffèrent guère des premiers que par le bitume qu'ils contiennent, et dans lesquels l'organisation est encore très-reconnoissable : mais à mesure qu'on descend, les traits de cette organisation s'oblitèrent, et il n'en reste que peu ou point d'indices dans la suite de la veine. Il arrive souvent que cette bonne veine porte sur une autre veine de mauvais charbon terreux et pourri, parce que sa substance végétale s'étant pourrie trop promptement, n'a pu s'imprégner d'une assez grande quantité de bitume pour se conserver. On doit donc ajouter cette cinquième sorte de charbon aux quatre premières, sous le nom de *charbon terreux*, parce qu'en effet sa substance n'est qu'un terreau pourri. Enfin une sixième sorte est le charbon le plus compacte, que l'on pourroit appeler *charbon de pierre* à cause de sa dureté; il contient une grande quantité de bitume, et le fond paroît en être de terre limoneuse, parce qu'il laisse après la combustion une scorie vitreuse et boursouflée; et lorsque le limon ou le terreau se trouve en trop grande quantité ou avec trop peu de bitume, ces charbons ainsi composés ne sont pas de bonne qualité : ils donnent également beaucoup de scories ou mâchefer par la combustion; mais tous deux sont très-bons lorsqu'ils ne contiennent qu'une petite quantité de terre et beaucoup de bitume.

On trouve donc dans ces immenses dépôts accumulés par les eaux, la matière végétale dans tous ses états de décomposition; et cela seul suffiroit pour qu'il y eût des charbons de qualités très-différentes. La quantité de cette matière anciennement accumulée dans les entrailles de la terre, est si considérable, qu'on ne peut en faire l'estimation autrement que par comparaison. Or, une bonne mine de charbon fournit seule plus de matière combustible que les plus vastes forêts; et il n'est pas à craindre que l'on épuise jamais ces trésors de feu, quand même l'homme, venant à manquer de bois, y substitueroit le charbon de terre pour tous les usages de sa consommation.

Les meilleurs charbons de France sont ceux du Bourbonnais, de la Bourgogne, de la Franche-Comté et du Hainaut; on en trouve aussi d'assez bons dans le Lyonnais, l'Auvergne, le Limosin et le Languedoc : ceux qu'on connoît en Dauphiné ne sont que de médiocre qualité. Nous croyons devoir donner ici les notices que nous avons recueillies sur quelques-unes des mines principales qui sont actuellement en exploitation.

On tire d'assez bon charbon de la mine d'Epinac, qui est située en Bourgogne, près du village de Résille, à quatre lieues d'Autun ; on y connoît plusieurs veines qui se dirigent toutes de l'est à l'ouest, s'inclinant au nord de trente à trente-cinq degrés [1]. Celle qu'on exploite actuellement n'a pas d'épaisseur réglée : elle a ordinairement sept à huit pieds, quelquefois douze à quinze; d'autres fois elle n'en a que quatre. Son mur a toute la consistance nécessaire; mais le toit, composé d'un schiste friable et d'une terre limoneuse que l'eau dissout facilement, s'écrouleroit bientôt si on ne l'étayoit par de bons boisages et par des massifs pris dans la veine même. Le charbon de cette mine est très-pyriteux : aussi n'est-il nullement propre aux usages des forges, la quantité de soufre que produisent les pyrites devant corroder et détruire le fer; cependant il se trouve dans l'épaisseur de la veine de petits lits de très-bon charbon, qui seroit propre à la forge s'il étoit extrait et trié avec soin.

La mine de Montcenis, ainsi que celle de Blansy et autres des environs, sont dirigées de l'est à l'ouest, et s'inclinent vers le nord de vingt-cinq ou trente degrés. On exploite deux veines principales, dont les épaisseurs varient depuis dix jusqu'à quarante-cinq pieds. La première extraction, comme celle de la plupart de nos mines de France, a été mal conduite; on l'a commencée par la tête de la veine, en sorte que les ouvriers sont souvent exposés à percer dans les ouvrages supérieurs, et à y éprouver des éboulemens. Le lit de cette mine de Montcenis est un schiste très-dur et pyriteux, d'un pied d'épaisseur, dans lequel on voit des empreintes de plantes en grand nombre. Le charbon de la tête de cette mine est fort pyriteux, mais celui qui se tire plus profondément l'est beaucoup moins; et, en général, ce charbon a le défaut de s'émietter à l'air : il faut donc l'employer au sortir de la minière; car on ne peut le transporter au loin sans qu'il subisse une grande altération et ne tombe en détrimens : dans cet état de décomposition il ne donne que très-peu de chaleur et se consume en peu de temps, au lieu que, dans son premier état, au sortir de la mine, il fait un feu durable.

Les mines de Rive-de-Gier, dans le Lyonnais, sont en grande

---

[1] La mine de Champagné, près de Béfort en Alsace, est inclinée de quarante-cinq degrés Plus les terrains sont bas, moins généralement les veines de charbon de terre sont inclinées; elles sont même horizontales dans les pays de plaine, et ce n'est que dans les montagnes qu'elles sont violemment inclinées : au reste, l'inclinaison des mines n'est nulle part aussi marquée et aussi singulière que dans le pays de Liége.

et pleine exploitation. Il y a actuellement, dit M. de Grignon plus de huit cents ouvriers occupés à l'extraction du charbon par vingt-deux puits qui communiquent aux galeries des différentes minières, dont les plus profondes sont à quatre cents pieds. On tire de ces mines, comme de presque toutes les autres, trois sortes de charbon : le pérat en très-gros blocs et de la meilleure qualité ; le maréchal, qui est menu et qui est séparé du banc de pérat par une couche de mauvais charbon mou ; et enfin un charbon dur, compacte et terreux, qui est voisin du toit et des lisières de la mine. Ce toit est un schiste rougâtre et limoneux qui brunit et noircit à mesure qu'il est plus voisin du charbon, et dans cette partie il porte un grand nombre d'empreintes de végétaux. Le charbon de ces mines de Rive-de-Gier est plus compacte et plus pesant que celui de Montcenis ; son feu est plus âpre et plus durable ; il donne une flamme vive, rouge et abondante ; il n'est que peu pyriteux, mais très-bitumineux.

La plupart des mines du Forès, du Bourbonnais, de l'Auvergne, sont en amas, et non pas en veines ; elles sont donc plus faciles à exploiter : aussi l'on en tire une très-grande quantité de charbon, dont il y en a de très-bonne qualité. Dans le Nivernois, près de Decize, il se trouve des mines en amas, et d'autres en veines. On y connoît quatre ou cinq couches ou veines régulières les unes au-dessus des autres, courant parallèlement, étant depuis dix jusqu'à vingt toises de distance les unes des autres latéralement. Le charbon de ces veines ne commence à être bon qu'à quatre toises et plus de profondeur ; elles ont depuis deux pieds jusqu'à cinq pieds d'épaisseur ; leur toit est un schiste avec des impressions de plantes, et le lit est un grès à demi-décomposé. Les mines en amas du même canton sont mêlées de schiste et de grès ; mais, en général, tout ce charbon est pyriteux, et quelquefois il prend feu de lui-même, lorsqu'après l'extraction on le laisse exposé à l'air.

Il y a des mines de charbon dans le Querci aux environs de Montauban ; il y en a dans le Rouergue, où le territoire de Cransac, qui est d'une grande étendue, n'est, pour ainsi dire, qu'une mine de charbon ; il y en a une autre mine à Severac-le-Castel sur une montagne, dont le charbon est pyriteux et sensiblement chargé de vitriol ; une autre à Mas-de-Bannac, élection de Milhaud. On en a aussi découvert dans le bas Limosin à une lieue de Bourganeuf, dans les environs d'Argental, dans ceux de Maynac, et dans le territoire de Varets, à peu de distance de Brive. Dans toute l'étendue du terrain depuis la rive du Lot qui est en face de Levignac, jusqu'à Firmi, on ne peut pas faire un pas qu'on ne trouve

du charbon : dans beaucoup d'endroits, on n'a pas besoin de creuser pour le tirer. Dans ce même canton il y a une masse très-étendue de ce charbon, qui est minée par un embrasement souterrain ; la première époque de cet incendie n'est point connue : on voit sortir une fumée fort épaisse des crevasses de cette minière enflammée. Il y a aussi en Bourgogne, au canton de la Gachère, près de Saint-Berain, une mine de charbon enflammée qui donne de la fumée et une forte odeur d'acide sulfureux ; on ne peut pas toucher sans se brûler un bâton qu'on y a plongé seulement pendant une minute : ce n'est qu'une inflammation pyriteuse produite par l'eau qui séjourne dans cet endroit, et qu'on pourroit éteindre en le desséchant [1]. Il y a encore près de Saint-Etienne en Forès une mine de charbon qui brûle depuis plus de cinq cents ans, auprès de laquelle on avoit établi une manufacture pour tirer de l'alun des récrémens de cette mine brûlée ; et enfin une autre auprès de Saint-Chaumont, qui brûle très-lentement et profondément.

En Languedoc il y a aussi beaucoup de charbon de terre. M. l'abbé de Sauvages, très-bon observateur, assure qu'il en existe différentes mines dans la chaîne des collines qui s'étend depuis Anduse jusqu'à Villefort ; ce qui fait une étendue d'environ dix lieues de longueur.

Dans le Lyonnais, les principaux endroits où l'on trouve du charbon de terre, sont le territoire de Gravenand, celui du Mouillon, ceux de Saint-Genis-Terre-Noire, qui tous trois sont dans la même montagne, située à un demi-quart de lieue de la ville de Rive-de-Gier, et les eaux de leurs galeries s'écoulent dans le Gier. Les terrains de Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Paul-en-Yarets, Rive-de-Gier, et Saint-Chaumont, contiennent aussi des mines de charbon. M. de la Tourette, secrétaire de l'Académie des sciences de Lyon, et correspondant de celle de Paris, a donné une description détaillée des matières qui se trouvent au-dessus d'une de ces mines du Lyonnais, par laquelle il paroît que le bon charbon ne se trouve qu'à cent pieds dans certains endroits, et à cent cinquante environ dans d'autres. Il y a deux veines l'une au-dessus de l'autre, dont la plus extérieure a depuis huit jusqu'à dix-huit pieds d'épaisseur d'un charbon propre aux maréchaux. La seconde veine n'est séparée de la première que par un lit de grès dur et d'un grain fin, de six à neuf pouces d'épaisseur ; ce grès sert de toit à la seconde veine, qui a dix à quinze pieds d'é-

[1] Note communiquée par M. de Morveau, le 4 septembre 1779.

paisseur, et dont le charbon est plus compacte que celui de la première veine, mais encore plus pyriteux.

Il y a du charbon de terre en Dauphiné près de Briançon, et entre Sésanne et Sertriches, dans le même endroit où l'on tire la craie de Briançon, et à Ternay, élection de Vienne. Les charbons de Voreppe, de Saint-Laurent, de la montagne de Soyers, ainsi que ceux du village de la Motte et du Val des Charbonniers, qui tous se tirent pour l'usage des maréchaux, ne sont pas de bien bonne qualité. On en trouve en Provence près d'Aubagne, à Pépin, route de Marocelle; mais ce charbon de la mine de Pépin répand, long-temps après avoir été tiré de la mine, une odeur particulière et désagréable.

En Franche-Comté, la mine de Champagné, à deux lieues de Béfort, est très-abondante, et le charbon en est de fort bonne qualité : la veine a souvent huit pieds d'épaisseur, et elle est partout d'une égale bonté; elle paroît s'étendre dans toute la base du monticule qui la renferme. Il y a plusieurs autres mines de charbon dans les environs de Champagné, et dans quelques autres endroits de cette province [1]. Il y en a aussi quelques mines en Lorraine; mais l'exploitation n'en a pas encore été assez suivie, pour qu'on juge de la qualité de ces charbons.

Il n'y a point de mines de charbon dans le Cambresis; mais celles du Hainaut sont en grand nombre, et celles de Fresnes et d'Anzin sont devenues fameuses. On a commencé à fouiller celle de Fresnes en 1717, et celle d'Anzin en 1734. On en tire aussi aux environs de Condé. Le charbon de ces mines est en général de bonne qualité; on assure même qu'il est plus gras et qu'il dure plus au feu que celui d'Angleterre : le charbon qui se tire à Fresnes est plus compacte que les autres, et pèse un dixième et plus que celui d'Anzin. Le charbon de Quiévrain, à deux lieues et demie de Valenciennes, est aussi d'une excellente qualité. On a fouillé

---

[1] Les mines de Ronchamp, en Franche-Comté, présentent un phénomène bien singulier, et que je n'ai vu nulle part. Dans les masses de charbon, immédiatement sous les lames de pyrites plus particulièrement que dans les couches de purs charbons, il se trouve une couche légère de charbon de bois bien caractérisé par le brillant, la couleur, le tissu fibreux, une consistance pulvérulente, noircissant les doigts; et lorsqu'un morceau de houille contenant des lames de charbon de bois est épuré, qu'il est encore rouge, et que l'on souffle dessus, le charbon de terre s'éteint, et celui de bois s'embrase de plus en plus.

L'on trouve fréquemment à la toiture de ces mines, parmi le grand nombre d'impressions de plantes de toute espèce, des roseaux (bambous) de trois à quatre pouces de diamètre, aplatis, et qui ne sont point détruits ni charbonnifiés. (*Lettre de M. le chevalier de Grignon à M. de Buffon*. Besançon, le 27 mai 1781.)

quelques-unes de ces mines jusqu'à sept cents pieds de profondeur. M. Morand dit que, dans la mine de M. des Androuins, près de Charleroi, l'eau est tirée de soixante-trois toises de profondeur, et que le charbon est placé à cent huit toises au-dessous; ce qui fait en tout cent soixante-onze toises, ou mille vingt-six pieds de profondeur.

Dans l'Anjou, l'on a trouvé des mines de charbon de terre à Concourson, à Saint-Georges de Châtel-Oison, à Doué et à Montreuil-Bellai. Les charbons qui se tirent près de la surface du terrain ne sont pas si bons que ceux qui gisent à une plus grande profondeur; la veine a ordinairement six à sept pieds d'épaisseur. Ce charbon d'Anjou est de bonne qualité; cependant on n'a, de temps immémorial; trouvé dans cette province que des veines éparses sous des rocs placés à dix-huit pieds de profondeur, auxquels succède une terre qu'on appelle *houille*, qui est une espèce de mauvais charbon, avant-coureur du véritable : les veines y sont très-sujettes aux *creins*, et par conséquent irrégulières; il y en a cinq de reconnues : leur épaisseur est depuis un pied jusqu'à quatre, et même jusqu'à douze pieds, suivant M. de Voglie; elles paroissent être une dépendance de celles de Saumur, avec lesquelles elles se rapportent en tout. Leur direction générale est du levant au couchant.

Dans la basse Normandie, il se trouve du charbon de terre à Litry, et la veine se rencontre à peu de profondeur au-dessous d'une bonne mine de fer en grains; elle se forme en plateur à quatre cents pieds. Ce charbon, mêlé de beaucoup de pyrites, n'est que d'une qualité médiocre, et il est à peu près semblable à celui qu'on apporte du Hâvre, et qui vient de Sunderland en Angleterre.

En Bretagne, il y a des mines considérables de charbon à Montrelais et à Languin, dans les environs de Nantes. L'on a aussi tenté des exploitations à Quimper, à Plogol et à Saint-Brieux, et l'on aperçoit des affleuremens de charbon dans plusieurs autres endroits de cette province.

On pourroit citer un grand nombre d'exemples qui prouveroient qu'il y a dans le royaume de France des charbons en aussi grande quantité et peut-être d'aussi bonne qualité qu'en aucune autre contrée du monde. Cependant, comme c'est un préjugé établi, et qui jusqu'à présent n'étoit pas mal fondé, que les charbons d'Angleterre étoient d'une qualité bien supérieure à ceux de France, il est bon de les faire connoître; on verra que la Nature n'a pas mieux traité à cet égard l'Angleterre que les autres contrées, mais que l'attention du gouvernement ayant secondé l'in-

dustrie des particuliers, a rendu profitable et infiniment utile à cette nation ce qui est demeuré sans produit entre nos mains.

On distingue dans la Grande-Bretagne trois espèces de charbon de terre. Le charbon commun se tire des provinces de Newcastle, de Northumberland, de Cumberland, et de plusieurs autres; il est destiné pour le feu des cuisines de Londres, et c'est aussi presque le seul qu'on emploie à tous les ouvrages métalliques d'Angleterre.

La seconde espèce est le charbon d'Ecosse; on s'en sert pour chauffer les appartemens des bonnes maisons. Ce charbon est feuilleté et comme formé en bandes séparées par des couches plus petites que les bandes, et néanmoins plus marquées et plus distinctes à cause de leur éclat. Il se tire en grosses masses bien solides, d'une texture fine; et quoique formé de bandes et de petites couches, il ne s'effeuille point: il est bitumineux et brûle librement en faisant un feu clair, et tombe en cendres.

La troisième espèce, que les Anglais appellent *culm*, se trouve dans le *Glamorganshire*, et en divers endroits de cette province. C'est un charbon fort léger, d'un tissu plus lâche, composé de filets capillaires disposés par paquets qui paroissent arrangés en quelques endroits de manière à représenter dans beaucoup de parties des feuillets assez étendus, très-lisses et très-polis, lesquels, pour la plupart, affectent une forme circonscrite en portion de cercle, avec des rayons divergens. Ce charbon est peu ou presque point pyriteux; il brûle aisément et fait un feu vif, ardent et âpre. Dans la province de Cornouailles, il est d'un très-grand usage, particulièrement pour la fonte des métaux, à laquelle on l'applique de préférence.

On trouve dans les comtés de Lancaster et de Chester une espèce de charbon qu'on n'apporte pas à Londres; c'est le *kennel* ou *candle-coal*: communément il sert de pierre à marquer, de même que ce qu'on appelle *le charbon de toit*. Il se tire en grosses masses très-solides, d'une texture extrêmement fine, et d'un beau noir luisant comme le jayet. Ce charbon ne contient aucune portion pyriteuse; il est si pur et si doux, qu'on peut le tourner et le polir pour faire des plateaux d'encrier, des tablettes, etc. L'on aperçoit sur certains morceaux des couches concentriques, comme on en trouveroit dans un tronçon de bois. Ce charbon brûle facilement et se réduit en cendres.

On doit encore ajouter à ces charbons d'Angleterre celui qu'on appelle *flint-coal*, parce qu'il est presque aussi dur que la pierre, et que ses fractures sont luisantes comme celles du verre. La veine de ce charbon a deux à trois pieds d'épaisseur, et se trouve dans

les environs de la Severne, au-dessous de la veine principale qui fournit le *best-coal* ou le meilleur charbon : il faut y joindre aussi le *flew-coal* des mines de Wedgbery dans la province de Stafford.

Il est fait mention dans les *Transactions philosophiques de Londres,* année 1683, de quelques mines de charbon, de leur inclinaison, etc. M. Beaumont en cite six qui probablement n'en font qu'une, puisqu'on les trouve toutes dans un espace de cinq milles d'Angleterre au nord de *Stony-easton.* Il a vu, dit-il, dans l'une de ces mines une fente ou crevasse dont les parois étoient chargées d'empreintes de végétaux, et une autre fente toute enduite d'un bronze pyriteux formant des espèces de dendrites. Dans quelques-unes de ces mines, les lits horizontaux étoient comme dorés du soufre qu'elles contiennent. Il observe, comme chose en effet singulière, qu'on a trouvé deux ou trois cents livres de bonne mine de plomb dans l'une de ces mines de charbon. Il ajoute que, de l'autre côté de *Stony-easton,* c'est-à-dire, au sud-est, à deux milles de distance, on voit le commencement d'une mine de charbon, dont la première veine se divise en plusieurs branches à la distance de quatre milles vers l'orient; que cette mine, dont on tire beaucoup de charbon, exhale continuellement des vapeurs enflammées qui s'élèvent quelquefois jusqu'à son ouverture, et qui ont été funestes à nombre de personnes. C'est probablement au feu de ces vapeurs, lorsqu'elles s'enflamment, qu'on doit attribuer cette poussière de soufre qui dore les lits de ces veines de charbon : car on n'a trouvé du soufre en nature que dans les mines dont les vapeurs se sont enflammées, ou qui ont été elles-mêmes embrasées; on y voit des fleurs de soufre adhérentes à leurs parois, et sous ces fleurs de soufre il se trouve quelquefois une croûte de sel ammoniac.

Les fameuses mines de Newcastle ont été examinées et décrites par M. Jars, de l'Académie des sciences, très-habile minéralogiste. Il décrit aussi quelques autres mines; celle de Whitehaven, petite ville située sur les côtes occidentales d'Angleterre, qui fait un grand commerce de charbon de terre. La montagne où s'exploite la mine a environ cent vingt toises perpendiculaires jusqu'au plus profond des travaux : on compte dans cette hauteur une vingtaine de couches différentes; mais il n'y en a que trois d'exploitables. Leur pente est communément d'une toise perpendiculaire sur six à sept toises de longueur.

La première de ces couches exploitables est séparée de la seconde par des rochers d'environ quinze toises d'épaisseur; elle a

depuis quatre jusqu'à cinq pieds d'épaisseur en charbon un peu pierreux et d'une qualité médiocre : on n'en extrait que pour chauffer les chaudières où l'on évapore l'eau de la mer pour en retirer le sel.

La seconde couche est de sept à huit pieds d'épaisseur ; le charbon y est divisé par deux différens lits d'une terre très-dure et de couleur noirâtre, qu'on nomme *mettle :* cette terre est très-vitriolique et s'effleurit à l'air. La couche supérieure de *mettle* a un pied d'épaisseur, et l'inférieure seulement quatre à cinq pouces. On distingue la veine de charbon en six lits, dont les charbons portent différens noms.

Des trois grandes couches exploitables, la troisième, qui est d'environ vingt toises plus basse que la seconde, est la meilleure ; elle a dix pieds d'épaisseur, et elle est toute de bon charbon, sans aucun mélange de *mettle*.

On rencontre souvent des dérangemens dans les veines, principalement dans leur inclinaison ; le rocher du toit, et surtout celui du mur, font monter ou descendre la veine tout à coup. Il y a un endroit où elles sont éloignées de quinze toises perpendiculaires de la ligne horizontale ; d'autres fois ces rochers coupent presque entièrement les couches, et ne laissent apercevoir qu'un petit filet ou une trace presque imperceptible de la veine.

M. Jars fait encore mention des mines de Worsleg dans le comté de Lancaster, dont la pente paroît être de deux toises sur sept, et dont le charbon est moins bitumineux et moins bon que celui de Newcastle, quoique la nature des rochers soit la même ; mais la veine la plus profonde n'est qu'à vingt toises. Il en est de même, à tous égards, des mines du comté de Stafford.

« En Ecosse, il y a, dit M. Jars, au village de Carron, près de « Falkirch, plusieurs mines de charbon qui ne sont qu'à une « demi-lieue de la mer.... Il y a trois couches de charbon l'une « sur l'autre, que l'on connoît ; mais on ne sait pas s'il y en a de « plus profondes..... Il y en a une à quarante toises de profon- « deur, qui est la première ; la seconde à dix toises plus bas, et la « toisième à cinq toises encore au-dessous de la seconde. La pente « de ces couches, qui est du côté du sud, est d'une toise sur dix « à douze.... Mais ces veines varient comme dans presque toutes « les mines : quelquefois elles remontent et forment entre elles « deux plans inclinés. Dans ce cas la veine s'appauvrit, diminue « en épaisseur et est quelquefois entièrement coupée, continuant « ainsi jusqu'à ce qu'elle reprenne son inclinaison ordinaire..... « La seconde couche a trois et quatre pieds d'épaisseur ; sa partie

« supérieure est composée d'un charbon dur et compacte, faisant « un feu clair et agréable..... On l'envoie à Londres, où il est « préféré à celui de Newcastle pour brûler dans les appartemens. « La partie du milieu de la couche est d'une qualité moins com- « pacte; son charbon est feuilleté et se sépare par lames comme « le *schiste*. Entre les lames il ressemble parfaitement à du pous- « sier de charbon de bois. On y peut ramasser aussi une poudre « noire, qui teint les doigts comme fait le charbon de bois... Ce « charbon, qu'on nomme *clod-coal*, est destiné pour les forges de « fer. La couche inférieure est un charbon très-compacte, et sou- « vent pierreux près du mur; il se consomme dans le pays...

« Les mines de charbon de Kinneil, près de la ville de Bousron- « Sloness en Écosse, sont au bord de la mer. La disposition de « leurs couches et la qualité du charbon, sont à peu près les « mêmes qu'à Carron.

« Les environs d'Edimbourg ont aussi plusieurs mines de char- « bon..... Il y en a une à trois ou quatre milles du côté du sud, « où il y a deux veines parallèles, d'environ quarante à cin- « quante degrés d'inclinaison du côté du midi; ce qui est tout-à- « fait contraire à l'inclinaison des couches du rocher qu'on voit « au jour et dans la mer à deux ou trois milles plus loin: ces cou- « ches sont inclinées au nord-ouest. Il en est de même des mines « de charbon qu'on exploite un peu plus loin; elles ont beaucoup « de rapport avec celles de Newcastle. La qualité des rochers qui « composent les couches est la même : mais le charbon est moins « bon qu'à Newcastle pour la forge, parce qu'il est moins bitu- « mineux; il est meilleur pour les appartemens. »

En Irlande, le charbon provenant de la mine de Castle-Comber, village à soixante milles sud-ouest de Dublin, brûle, dès le premier instant qu'on le met au feu, sans faire la moindre fumée. Seulement on voit une flamme bleue, fortement empreinte de soufre, qui paroît constamment au-dessus du feu.

Une autre mine est celle d'Ydof, province de Leinster, et c'est la première qu'on ait découverte en Irlande; elle est si abondante, qu'elle fournit toutes les provinces voisines. Son charbon est très-pesant, produit le même effet que le charbon de bois, et dure au feu bien plus long-temps.

« Dans le pays de Liége, dit M. Jars, la Meuse qui traverse « cette ville, met une grande différence dans la disposition des « veines de charbon.... Elles commencent à une lieue au levant « de la ville, et s'étendent jusqu'à deux lieues au-delà du côté du « couchant. On trouve à moitié chemin de cette distance les plus

« fortes exploitations.... La suite des veines va plus loin du côté « du couchant : la raison est que, par un dérangement total dans « leur disposition, elles sont interrompues à une lieue et demie « de Liége; mais elles reprennent ensuite dans une disposition « presque perpendiculaire, pour continuer de la même manière « pendant plusieurs lieues. Au nord de la ville, et au midi de « l'autre côté de la Meuse, les veines se prolongent au plus à une « demi-lieue, mais toujours dans la direction de l'est à l'ouest... « Il y a apparence que ce sont les mêmes couches, quoique leur « inclinaison change de distance en distance, tantôt au midi, tan- « tôt au nord. En général, tous les lits de charbon et le rocher « sont très-irréguliers dans cette partie. »

Ce pays de Liége est peut-être de toute l'Europe la contrée la mieux fournie de charbon de terre; c'est du moins celle où l'on a le plus anciennement exploité ces mines, et où on les a fouillées le plus profondément. Nous avons dit que leur direction générale et commune est du levant au couchant : les veines du charbon n'y sont jamais exactement en ligne droite; elles s'élèvent et s'abaissent alternativement suivant la pente du terrain qui leur sert d'assise; ces veines passent par-dessous les rivières, et vont en s'abaissant vers la mer. Les veines que l'on fouille d'un côté d'une rivière ou d'une montagne, répondent exactement à celles de l'autre côté; les mêmes couches de terre, les mêmes bancs de pierre, accompagnent les unes et les autres; le charbon s'y trouve partout de la même espèce. Ce fait a été vérifié plusieurs fois par des sondes qui ont fait reconnoître les mêmes terres et les mêmes bancs jusqu'à quatre cents pieds de profondeur.

A une lieue et demie à l'est d'Aix-la-Chapelle, il y a plusieurs mines de charbon; pour parvenir aux veines, l'on traverse une espèce de grès fort dur, que l'on ne peut percer qu'avec la poudre : ce grès est par lits dans la même direction et inclinaison que la veine de charbon; mais il est tout rempli de fentes ou de joints, de façon qu'il se sépare en morceaux. Au-dessous du grès, on trouve une terre noire très-dure de plusieurs pieds d'épaisseur; elle sert de toit au charbon : le *mur* est de la même espèce de terre dure; l'une et l'autre paroissent contenir des empreintes de plantes : exposée à l'air, cette terre s'effleurit et s'attendrit.

Ce charbon contient très-peu de bitume; il est très-pyriteux, et par conséquent nullement propre à l'usage des forges : mais il est bon pour les appartemens.

En Allemagne, il y a plusieurs endroits où l'on trouve des mines de charbon; celles de Zwichaw consistent en deux couches

de quatre, cinq, six pieds d'épaisseur, qui ne sont séparées l'une de l'autre que par une couche mince d'argile : leur profondeur n'est qu'à environ trois toises au-dessous de la surface du terrain : la veine de dessous est meilleure que celle de dessus; elles ont vingt-cinq ou trente degrés d'inclinaison. Il s'en trouve aux environs de Mariembourg en Misnie; dans plusieurs endroits du duché de Magdebourg; dans la principauté d'Anhalt, à Bernbourg; dans le cercle du haut Rhin, à Aï, près de Cassel; dans le duché de Meckelbourg, à Plaven; en Bohème, aux environs de Tœplitz; dans le comté de Glatz, à Hansdorf; en Silésie, à Gablan, Rottenbach et Gottsberg; dans le duché de Schweidnitz, à Reichenstein; dans le haut Palatinat, près de Sultzbach; dans le bas Palatinat, à Bazharach, etc. Il y a, dit M. Ferber, des mines de charbon fossile à Votschberg, à cinq ou six lieues de Feistritz, et de meilleurs encore à *Luim*, à dix milles de Votschberg dans la Stirie supérieure. A quatre lieues de la ville de *Rhène*, à une demi-lieue du village d'*Ypenbure*, sur la route d'Osnabruck, on trouve des mines de charbon qu'on emploie à l'usage des salines. En sortant d'Ypenbure, on passe une montagne au nord de laquelle est un vallon, et ensuite une autre montagne où l'on exploite les mines de charbon. A deux lieues plus loin, il y a d'autres mines qui sont environnées des mêmes rochers; on prétend que c'est la même couche de charbon qui s'y prolonge. Comme jusqu'à présent on n'a exploité qu'une seule couche de charbon, on conjecture que c'est la même qui règne dans tout le pays. On l'exploite dans cette mine à deux cents pieds de profondeur perpendiculaire; elle a une pente inclinée du couchant au levant, qui est à peu près celle de la montagne. La veine a communément deux pieds et demi d'épaisseur en charbon qui paroît être de très-bonne qualité, quoiqu'il y ait quelques morceaux dans lesquels on aperçoive des lames de pyrites. Cette veine est précédée d'une couche de terre noire; et cette couche, entremêlée de quelques petits morceaux de charbon, a un pied et demi, deux et trois pieds d'épaisseur. Le toit qui recouvre la veine est un lit de six, huit, dix pouces d'épaisseur de graviers réunis en pierre assez dure, au-dessus duquel est le grès disposé par bancs.

On trouve aux environs de *Vétine*, petite ville des états du roi de Prusse, plusieurs mines de charbon; elles sont situées sur le plateau d'une colline fort étendue : elles sont au nombre de plus de vingt actuellement en exploitation. Une de ces mines, qui a été visitée par M. Jars, et qui est à trois quarts de lieue de Vétine, a trente-neuf toises de profondeur; savoir, vingt-six toises

depuis la surface de la terre jusqu'à la premiere veine de charbon, onze toises depuis cette première jusqu'à la seconde, et deux toises depuis la seconde jusqu'à la troisième; ce qui varie néanmoins très-souvent par les dérangemens que les veines éprouvent dans leur inclinaison, et qui les rapprochent plus ou moins, surtout les inférieures, qui sont quelquefois immédiatement l'une sur l'autre.

La première couche a jusqu'à huit pieds d'épaisseur; la seconde, deux pieds et demi; la troisième, un pied et demi ou deux pieds. On traverse plusieurs bancs de rochers pour parvenir au charbon; surtout un rocher rouge qui paroît être une terre sablonneuse durcie, mêlée de mica blanc: un rocher blanchâtre, semé aussi de mica blanc, se trouve plus près des veines, et les sépare entre elles; ce rocher y forme des creins qui quelquefois les coupent presque entièrement. Le rocher qui sert de toit au charbon est bleuâtre; c'est une espèce d'argile durcie, qui contient des empreintes de plantes, surtout de fougères. Celui du mur est sablonneux, d'un blanc noirâtre. Ces rochers s'attendrissent à l'air et s'y effleurissent. Les veines ont leur direction sud-est, nord-ouest, et leur pente du côté du midi. Le charbon est un peu pyriteux, mais paroît être d'assez bonne qualité. Dans la première veine, on remarque un lit de quelques pouces d'épaisseur, qui suit toujours le charbon, et qui divise la veine en deux parties; c'est un charbon très-pierreux.

A Dielau, la plus grande profondeur de la mine que l'on exploite, est à quarante toises. Le charbon se trouve dans un filon tantôt incliné, tantôt presque perpendiculaire, et qui est coupé et détourné quelquefois par des *creins*. Le rocher dans lequel ce filon se trouve, est semblable à celui de Vétine.

A Gibienstein, située à une demi-lieue de la ville de Halle en Saxe, on a trouvé une veine de charbon qui paroissoit au jour et qui a plusieurs pieds d'épaisseur; on n'a point encore reconnu son inclinaison ni sa direction. Le charbon qu'on en tire est peu bitumineux, et mêlé avec beaucoup de pyrites; il ressemble fort à celui de Lay en Bourbonnais. M. Hoffmann dit que cette mine s'étend bien loin sous une grande partie de la ville et du faubourg, ensuite dans les campagnes vers le midi jusqu'au bourg de Lieben, où on la rencontre souvent en faisant des puits, de même qu'à Dielau, à une lieue et demie de Halle. Sa texture est semblable à celle d'un amas de morceaux de bois ou copeaux.

En Espagne, il y a des mines de charbon de terre dans plusieurs provinces, et particulièrement en Galice, aux Asturies,

dans le royaume de Léon, et aussi dans la basse Andalousie près de Séville, dans la Nouvelle-Castille, et même auprès de Madrid. M. le Camus de Limare, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait ouvrir le premier cette mine de charbon près de Madrid, et il a eu la bonté de me communiquer la notice que je joins ici [1].

En Savoie, on trouve une espèce de charbon de terre d'assez mauvaise qualité; et le principal usage qu'on en fait, est pour évaporer les eaux des sources salées. De toute la Suisse, le canton de Berne est le plus riche en mines de charbon. Il s'en trouve aussi dans le canton de Zurich, dans le pays de Vaud, aux environs de Lausanne: mais la plupart de ces charbons sont d'assez médiocre qualité.

En Italie, dont la plus grande partie a été ravagée par le feu des volcans, on trouve moins de charbon de terre qu'en Angleterre et en France. M. Tozzetti a donné de très-bonnes observations [2] sur les bois fossiles de Saint-Cerbone et de Strido; j'ai cru

---

[1] « La mine de charbon qu'on exploite dans la basse Andalousie, est située à six « lieues au nord de Séville, dans le territoire du bourg de *Villanueva-del-Rio*, « sur le bord de la rivière de Guezna, qui se jette dans le Guadalquivir: la veine « a sa direction du levant au couchant, et son inclinaison de soixante-cinq à « soixante-dix degrés au nord; son épaisseur varie depuis trois pieds jusqu'à quatre « pieds et demi. Elle fournit de très-bon charbon, quand on sait le séparer des « nerfs et des parties terreuses dont les veines sont toujours entremêlées; mais, « comme les concessionnaires actuels la font exploiter par des paysans, et qu'on « met en vente indistinctement le bon et le mauvais charbon, la qualité en est « décriée, le débit médiocre, et l'on préfère à Séville et à Cadix le charbon qu'on « tire de Marseille et d'Angleterre, quoique le double plus cher.

« Quant à celle qu'on a découverte près de Madrid, à six lieues au nord, au pied « de la chaîne des montagnes de l'Escurial, sur le bord de la rivière de Mançanarez, « qui passe à Madrid, c'est moi qui ai fait la première tentative en 1763, au moyen « d'un puits de soixante-dix pieds de profondeur, et d'une traverse; j'avois re- « connu plusieurs veines dont la plus forte avoit six pouces d'épaisseur, toutes « d'un bitume desséché, assez dur, mais terne et brûlant foiblement: leur direc- « tion est aussi du levant au couchant avec une pente d'un pied par toise au nord- « ouest; on a depuis continué ce travail, mais on n'y a pas encore trouvé de vrai « charbon. »

[2] Il dit que ces bois fossiles sont semblables à de gros troncs d'arbre, qui ne forment point une couche continue comme les autres matières des collines où ils se trouvent, mais qu'ils sont ordinairement séparés les uns des autres, souvent deux ensemble, et toujours d'une nature différente de celle du terrain où ils sont ensevelis. Ils sont d'une couleur extrêmement noire avec autant de lustre que le charbon artificiel; mais ils sont plus denses et plus lourds, surtout lorsqu'on ne fait que les tirer de la terre; car à la longue ils perdent leur humidité et deviennent moins pesans, quoiqu'ils aillent toujours au fond de l'eau. Il est constant que, dans leur origine, ces charbons étoient des troncs d'arbres; on ne peut manquer de s'en convaincre en les voyant dans la terre même: la plupart conservent leurs racines et sont revêtus d'une écorce épaisse et rude; ils ont des nœuds, des branches, etc.;

devoir en faire l'extrait dans la note ci-jointe, parce que les faits qu'il rapporte, sont autant de preuves du changement des matières végétales en véritable charbon, et de la différence des formes que prend le bitume en se durcissant : mais le récit de ce savant observateur me paroît plutôt prouver que le bitume s'est formé dans l'arbre même, et a été ensuite comme extravasé, et non pas qu'un bitume étranger soit venu, comme il le croit, pénétrer ces troncs d'arbres, et former ensuite à leur surface de petites protubérances. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est l'expérience que j'ai faite sur un gros morceau de cœur de chêne, que j'ai tenu pendant près de douze ans dans l'eau pour reconnoître jusqu'à quel point il pouvoit s'imbiber d'eau : j'ai vu se former au bout de quelques mois, et plus encore après quelques années, une substance grasse et tenace à la surface de ce bloc de bois; ce n'étoit que son huile qui commençoit à se bituminiser. On essuyoit à chaque fois ce bloc pour avoir son poids au juste; sans cela l'on auroit vu le bitume se former en petites protubérances dans cette substance

---

on y voit les cercles concentriques et les fibres longitudinales du bois. Les mêmes choses se remarquent dans les charbons du Val d'*Asno di sopra* et du Val de *Cecina* : ceux-ci sont seulement plus onctueux que les autres; et même le bitume dont ils sont imbibés, s'est trouvé quelquefois en si grande abondance, qu'ils en ont regorgé; cette matière s'est fait jour à travers les troncs, a passé dans les racines et dans tous les vides de l'arbre, et y a formé une incrustation singulière qui imite la forme des pierreries; elle compose des couches de l'épaisseur d'une ligne au plus, partagées en petites écuelles rondes, aussi serrées l'une contre l'autre que le peuvent être des cercles : ces petites écuelles sont toutes de la même grandeur dans la même couche, et laissent apercevoir une cavité reluisante, unie, hémisphérique, qui se rétrécit par le fond, devient circulaire, ensuite cylindrique, et se termine en plan; chacune de ces cavités est entièrement pleine d'un suc bitumineux, consolidé comme le reste du charbon fossile : ce suc, par la partie qui déborde la cavité, est aplani; le reste prend la forme des parois qui le renferment, sans y être néanmoins attaché qu'au fond, où il finit en plan; ce qui forme un petit corps qu'on peut détacher avec peu de force, comme avec la pointe d'une épingle dont on toucheroit le bord, on le verroit sortir et montrer la figure hémisphérique en petits cylindres.

Dans le charbon qu'on tire promptement de la terre, les surfaces extérieures de ces petits corps multipliés, étant aplanies et contiguës les unes aux autres, forment une croûte aplanie aussi d'un bout à l'autre; mais à mesure que le charbon se dessèche, cette croûte paroît pleine de petites fentes occasionées par le retirement de ces corps et par leur séparation mutuelle : les couches aplanies, formées par les *pierreries*, sont irrégulières et éparses çà et là sur le tronc du charbon fossile; elles sont, outre cela, doubles; c'est-à-dire, que l'une incruste une face, l'autre une autre, et elles se rencontrent réciproquement avec les surfaces des corpuscules renfermés dans les petites écuelles. Précisement dans l'endroit où ces deux couches se rencontrent, la masse du charbon fossile reste sans liaison et comme coupée; de là vient que ces grands troncs se rompent si facilement et se subdivisent en massifs de diverses figures et de diverses grosseurs : ces subdivi-

grasse, comme M. Tozzetti l'a observé sur les troncs d'arbres de Saint-Cerbone.

On voit, dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm, qu'il y a des mines de charbon en Suède, surtout dans la Scanie ou Gothie méridionale. Dans celles qui sont voisines de Bosrup, les couches supérieures laissent apercevoir sensiblement un tissu ligneux, et on y trouve une terre d'ombre[1] mêlée avec le charbon: il y a dans la Westrogothie une mine d'alun où l'on trouve du charbon, dont M. Morand a vu quelques morceaux qui présentoient un reste de nature ligneuse, au point que, dans quelques-uns, on croit reconnoître le tissu du hêtre.

Dans un discours très-intéressant sur les productions de la Russie, l'auteur donne les indications des mines de charbon de terre qui se trouvent dans cette contrée.

En Sibérie, à quelque distance de la petite rivière *Selowa*, qui tombe dans le fleuve *Lena*, on trouve une mine de charbon de terre; elle est située vis-à-vis d'une île appelée *Beresowi*; elle s'étend horizontalement fort loin, et son épaisseur est de dix à onze

---

sions si aisées à faire sont cause que, dans les endroits où le charbon fossile se transporte, on a de la peine à comprendre que les morceaux qu'on en voit soient des portions d'un grand tronc d'arbre, comme on le reconnoît aisément dans les lieux où il se trouve.

On y voit encore plusieurs masses bitumineuses, incrustées de *pierreries*, mais détachées entièrement de l'arbre. M. Tossetti soupçonne que, dans leur origine, elles faisoient portion d'un tronc de charbon fossile, anciennement rompu, qui étoit resté enseveli dans la terre. Notre physicien ne seroit pas non plus éloigné de croire que ce fût du bitume qui, n'ayant pas trouvé une matière végétale pour s'y attacher, se seroit coagulé lui-même. Il est certain qu'en rompant quelques-unes de ces coagulations détachées, on n'y découvre point les fibres longitudinales du bois, qui en sont les marques distinctives; mais on y voit seulement un amas prodigieux de globules rangés par ordre, et semblables à des rayons qui partent d'un centre et qui aboutissent à une circonférence. Il faut ajouter qu'à la surface de ces coagulations les corpuscules qui remplissent les petites écuelles, sont moins écrasés par dehors que ceux des couches formées sur les troncs des charbons fossiles; ce qui feroit croire que, dans le premier cas, ils ont eu la liberté de s'étendre autant qu'ils pouvoient, sans trouver de résistance dans des corpuscules contigus. Ce n'est pas tout: M. Tossetti trouve encore une preuve de coagulation de bitume pur dans une autre masse toute pleine de globules, et dans laquelle il ne découvre pas la moindre trace de plante.

Telle est la nature de ces charbons fossiles; l'auteur y joint leur usage: ils ont de la peine à s'allumer; mais lorsqu'ils le sont une fois, ils produisent un feu extrêmement vif, et restent long-temps sans se consumer; d'ailleurs ils répandent une odeur désagréable, qui porte à la tête et aux poumons, précisément comme le charbon d'Angleterre, et la cendre qui en résulte, est de couleur de safran.

[1] Cette terre bitumineuse, appelée quelquefois *momie végétale*, est tantôt solide, tantôt friable, et se trouve en beaucoup d'endroits; il s'en rencontre derrière les bains de Freyenwald, dans un endroit nommé *le Trou noir*.

pouces. Le charbon n'est pas d'une bonne qualité; car, tant qu'il est dans la terre, il est ferme: mais aussitôt qu'il est exposé à l'air, il tombe par morceaux.

A la Chine, le charbon de terre est aussi commun et aussi connu qu'en Europe, et de tout temps les Chinois en ont fait grand usage, parce que le bois leur manque presque partout; preuve évidente de l'ancienneté de leur nombreuse population. Il en est de même du Japon, et l'on pourroit assurer qu'il existe de même des charbons de terre dans toutes les parties de l'Asie. On en a trouvé à Sumatra, aux environs de Sillida; on en connoît aussi quelques mines en Afrique et à Madagascar.

En Amérique, il y a des mines de charbon de terre comme dans les autres parties du monde. Celles du cap Breton sont horizontales, faciles à exploiter, et ne sont qu'à six ou huit pieds de profondeur : un feu qu'il n'est pas possible d'étouffer, a embrasé une de ces mines, dont les trois principales sont situées, la première dans les terres de la baie de Moridiemée, la seconde dans celles de la baie des Espagnols; et la troisième dans la petite île Bras-d'or; cette dernière a cela de particulier, que son charbon contient de l'antimoine. Le toit de ces mines est, comme partout ailleurs, chargé d'empreintes de végétaux. Il y a aussi des mines de charbon à Saint-Domingne, à Cumana, dans la nouvelle Andalousie; et l'on a trouvé, en 1768, une de ces mines dans l'île de la Providence, l'une des Lucaies, où le charbon est de bonne qualité. On en connoît d'autres au Canada, dans les terres de Saquenai, vers le bord septentrional du fleuve Saint-Laurent, et dans celles de l'Acadie ou nouvelle Écosse. Enfin on en a vu jusque dans les terres de la baie Disko, sur la côte du Groenland.

Ainsi l'on peut trouver dans tous les pays du monde, en fouillant les entrailles de la terre, cette matière combustible, déjà très-nécessaire aujourd'hui dans les contrées dénuées de bois, et qui le deviendra bien davantage à mesure que le nombre des hommes augmentera, et que le globe qu'ils habitent se refroidira; et non-seulement cette matière peut en tout et partout remplacer le bois pour les usages du feu, mais elle peut même devenir plus utile que le charbon de bois pour les arts, au moyen de quelques précautions dont il est bon de faire ici mention, parce qu'elles nous donneront encore des connoissances sur les différentes matières dont ces charbons sont composés ou mélangés.

A Liége et dans les environs, où l'usage du charbon est si ancien, on ne se sert, pour le chauffage ordinaire, dans le plus grand nombre des maisons, que du menu charbon, c'est-à-dire, des

débris du charbon qui se tire en blocs et en masses; on sépare seulement de ces menus charbons les matières étrangères qui s'y trouvent mêlées en volume apparent, et surtout les pyrites, qui pourroient faire explosion dans le feu; et pour augmenter la quantité et la durée du feu de ce charbon, on le mêle avec des terres grasses, limoneuses ou argileuses des environs de la mine, et ensuite on en fait des pelotes qu'on appelle des *hochets*, qui peuvent se conserver et s'accumuler sans s'effleurir, en sorte que chaque famille du peuple fait sa provision de hochets en été pour se chauffer en hiver.

Mais l'usage du charbon de terre, sans mélange ni addition de terre étrangère, est encore plus commun que celui de ces masses mélangées, et c'est aussi ce que nous devons considérer plus particulièrement. Avec du charbon de terre en gros morceaux et de bonne qualité, le feu dure trois ou quatre fois plus long-temps qu'avec du charbon de bois : si vingt livres de bois durent trois heures, vingt livres de charbon en dureront douze. En Languedoc, dit M. Venel, les feux de bûches et de rondins de bois sec dans les foyers ordinaires, coûtent plus du double que les pareils feux de houille faits sur les grilles ordinaires. Cet habile chimiste recommande de ne pas négliger les braises qui se détachent du charbon de terre en brûlant; car, en les remettant au feu, leur durée et leur effet correspondent au moins au quart du feu de houille neuve, et de plus ces braises ont l'avantage de ne point donner de fumée : les cendres mêmes du charbon de terre peuvent être utilement employées. M. Kurella, cité par M. Morand, dit qu'en pétrissant ces cendres seules avec de l'eau, on en peut faire des gâteaux qui brûlent aussi bien que les pelotes ou briquettes neuves, et qui donnent une chaleur d'une aussi longue durée.

On prendroit, au premier coup d'œil, la braise du charbon de terre pour de la braise de charbon de bois brûlé : mais il faut pour cela qu'il ait subi une combustion presque entiere; car, s'il n'éprouve qu'une demi-combustion pour la préparation qui le réduit en *coak*, il ressemble alors au charbon de bois qui n'a brûlé de même qu'à demi. « Cette opération, dit très-bien M. Jars, « est à peu près la même que celle pour convertir le bois en « charbon. »

M. Jars donne, dans un autre Mémoire, la manière dont on fait les *cinders* à Newcastle, dans des fourneaux construits pour cette opération, et dont il donne aussi la description. Enfin, dans un autre Mémoire, le même académicien expose très-bien les dif-

férens procédés de la cuisson du charbon de terre dans le Lyonnais, et l'usage qu'on en fait pour les mines de cuivre à Saint-Bel.

M. Gabriel Jars, de l'académie de Lyon, et frère de l'académicien que je viens de citer, a publié un très-bon Mémoire *sur la manière de préparer le charbon de terre pour le substituer au charbon de bois dans les travaux métallurgiques, mise en usage depuis l'année* 1769 *dans les mines de Saint-Bel*, dans lequel l'auteur dit avec grande raison, « que le charbon de terre est, comme tous « les autres bitumes, composé de parties huileuses et acides; que « dans ces acides on distingue un acide sulfureux, auquel il croit « que l'on peut attribuer principalement les déchets que l'on « éprouve lorsqu'on l'emploie dans la fonte des métaux. Le soufre « et les acides dégagés par l'action du feu, dans la fusion, atta- « quent, rongent et détruisent les parties métalliques qu'ils ren- « contrent; voilà les ennemis que l'on doit chercher à détruire : « mais la difficulté de l'opération consiste à détruire ce principe « rongeur, en conservant la plus grande quantité possible de par- « ties huileuses, phlogistiques et inflammables, qui seules opèrent « la fusion, et qui lui sont unies. C'est à quoi tend le procédé dont « je vais donner la méthode; on peut le nommer le *dessoufrage*. « Après l'opération, le charbon minéral n'est plus à l'œil qu'une « matière sèche, spongieuse, d'un gris noir, qui a perdu de son « poids et acquis du volume, qui s'allume plus difficilement que « le charbon cru; mais qui a une chaleur plus vive et plus du- « rable. »

M. Gabriel Jars donne ensuite une comparaison détaillée des effets et du produit du feu des coaks, et de celui du charbon de bois, pour la fonte des minerais de cuivre : il dit que les Anglais fondent la plupart des minerais de fer avec les coaks, dont ils obtiennent un fer coulé excellent, qui se moule très-bien; mais que jamais ils ne sont parvenus à en faire un bon fer forgé.

Au reste, il y a des charbons qu'il seroit peut-être plus avantageux de lessiver à l'eau que de cuire au feu, pour les réduire en coaks. M. de Grignon a proposé de se servir de cette méthode, et particulièrement pour le charbon d'Épinac : mais M. de Limare pense au contraire que le charbon d'Épinac n'étant que pyriteux, ne doit pas être lessivé, et qu'il n'y a nul autre moyen de l'épurer que de le préparer en coak; la lessive à l'eau ne pouvant servir que pour les charbons chargés d'alun, de vitriol, ou d'autres sels qu'elle peut dissoudre, mais non pas pour ceux où il ne se trouve que peu ou point de ces sels dissolubles à l'eau.

Le charbon de Montcenis, quoiqu'à peu de distance de celui d'Épinac, est d'une qualité différente; il faut l'employer au moment qu'il est tiré, sans quoi il fermente bientôt et perd sa qualité; il demande à être dessoufré par le moyen du feu, et l'on a nouvellement établi des fourneaux et des hangars pour cette opération.

Le charbon de Rive-de-Gier, dans le Lyonnais, est moins bitumineux, mais en même temps un peu pyriteux; et, en général, il est plus compacte que celui de Montcenis : il est d'une grande activité; son feu est âpre et durable; il donne une flamme vive, rouge et abondante. Son poids est de cinquante-quatre livres le pied cube, lorsqu'il est dessoufré; et dans cet état, il pèse autant que le charbon brut de Saint-Chaumont, qui, quoique assez voisin de celui de Rive-de-Gier, est d'une qualité très-differente; car il est friable, léger, et à peu près de la même nature que celui de Montcenis, à l'exception qu'il est un peu moins pyriteux. Il ne pèse cru que cinquante-quatre livres le pied cube, et ce poids se réduit à trente-six lorsqu'il est dessoufré.

De toutes les méthodes connues pour épurer le charbon, celle qui se pratique aux environs de Gand est l'une des meilleures : on se sert des charbons crus de Mons et de Valenciennes; et le coak est si bien fait, dit M. de Limare, qu'on s'en sert sans inconvénient dans les blanchisseries de toile fine et de batiste : on l'épure dans des fourneaux entourés de briques, où l'on a ménagé des registres pour diriger l'air et le porter aux parties qui en ont besoin. Mais on assure que la méthode du sieur Ling, qui a mérité l'approbation du gouvernement, est encore plus avantageuse; et je ne puis mieux terminer cet article qu'en rapportant le résultat des expériences qui ont été faites à Trianon, le 12 janvier 1779, avec du charbon du Bourbonnais dessoufré à Paris par cette méthode du sieur Ling, par lesquelles expériences il est incontestablement prouvé que le charbon préparé par ce procédé a une grande supériorité sur toutes les matières combustibles, et particulièrement sur le charbon cru, soit pour le chauffage ordinaire, soit pour les arts de métallurgie, puisque ces expériences démontrent :

1°. Que le charbon ainsi préparé, quoique diminué de masse par l'épurement, tient le feu bien plus long-temps qu'un volume égal de charbon cru;

2°. Qu'il a infiniment plus de chaleur, puisque, dans un temps donné et égal, des masses de métal de même volume acquièrent plus de chaleur sans se brûler,

3°. Que ce charbon de terre préparé est bien plus commode pour les ouvriers, qui ne sont point incommodés des vapeurs sulfureuses et bitumineuses qui s'exhalent du charhon cru;

4°. Que ce charbon préparé est plus économique, soit pour le transport, puisqu'il est plus léger, soit dans tous les usages qu'on en peut faire, puisqu'il se consomme moins vite que le charbon cru;

5°. Que la propriété précieuse que le charbon préparé par cette méthode a d'adoucir le fer le plus aigre et de l'améliorer, doit lui mériter la préférence non-seulement sur le charbon cru, mais même sur le charbon de bois;

6°. Enfin que le charbon de terre épuré par cette méthode peut servir à tous les usages auxquels on emploie le charbon de bois, et avec un très-grand avantage, attendu que quatre livres de ce charbon épuré font autant de feu que douze livres de charbon de bois.

☞ Nous avons distingué deux sortes de charbons de terre : l'un, que l'on nomme *charbon sec*, qui produit en brûlant une flamme légère, et qui diminue de poids et de volume en se convertissant en braise; et l'autre, que l'on appelle *charbon collant*, qui donne une chaleur plus forte, se gonfle et s'agglutine en brûlant. Nous croyons devoir ajouter à ce sujet des observations importantes qui nous ont été communiquées par M. Faujas de Saint-Fond [1]. Ce savant naturaliste distingue comme nous le charbon sec du charbon collant; mais il a remarqué de plus dans les différentes mines qu'il a examinées en France, en Angleterre et en Ecosse, que ces deux sortes de charbons de terre étoient attachées chacune à un sol d'une nature particulière, et que les charbons secs ne se trouvoient que dans les terrains calcaires, tandis qu'au contraire on ne rencontroit le charbon collant que dans les terrains granitiques et schisteux : et voici, d'après M. Faujas, quelle est la qualité de ces deux sortes de charbons, et de quelle manière chacune d'elles se présente.

Le charbon sec étant en masse continue, peut se tirer en gros morceaux : il est, comme les autres charbons, disposé par lits alternatifs. Si l'on examine avec attention les lits supérieurs, on y reconnoît les caractères du bois, et on y trouve quelquefois des coquilles bien conservées, et dont la nacre n'a été que peu altérée. Lorsqu'on est parvenu aux couches inférieures, la qualité

---

[1] Lettre de M. Faujas de Saint-Fond à M. le comte de Buffon, datée de Montelimart, 10 janvier 1786.

du charbon devient meilleure; son tissu est plus serré, sa substance plus homogène : il offre dans sa cassure des surfaces lisses et souvent brillantes comme celle du jayet; et s'il n'en a pas le luisant, son grain est uni, serré, et n'est jamais lamelleux.

Ce charbon sec, lorsqu'il est de bonne qualité, répand en brûlant une flamme vive, légère, bleuâtre à son sommet, assez semblable à celle du bois ordinaire; et l'on observe qu'à mesure que ce charbon s'embrase, il se gerce et se fend en plusieurs sens : il perd au moins un tiers de son volume et de son poids en se convertissant en braise, et ses cendres sont blanches comme celles du bois.

M. Faujas m'a fait voir des charbons secs, qui, après avoir été épurés, présentent évidemment les fibres ligneuses et même les couches concentriques du bois, qu'il étoit difficile d'y reconnoître avant que leur organisation eût été mise à découvert par l'épurement.

Lorsqu'on fait brûler ce charbon, son odeur est en général plus ou moins désagréable et forte, suivant les diverses qualités de ce minéral : quelquefois elle est très-foible; mais souvent elle est empyreumatique, ou fétide et nauséabonde, ou la même que celle du foie de soufre volatil. Au reste, M. Faujas observe que ces charbons secs, quoique moins bitumineux en apparence que les charbons collans, le sont réellement davantage, et qu'ils produisent par leur distillation un cinquième de plus de bitume, et un tiers de plus d'eau alcalisée.

Le charbon *collant*, qu'on appelle aussi *charbon gras*, diffère du charbon *sec* en ce qu'il se boursoufle en brûlant, tandis que le charbon sec fait retraite. Ce charbon collant augmente de volume au moins d'un tiers; il présente des pores ou cavités semblables à ceux d'une lave spongieuse, et que l'on reconnoît très-aisément lorsqu'il est éteint. C'est après avoir été ainsi dépouillé de son eau, de l'alcali volatil et du bitume, qu'il porte le nom de *charbon épuré* en France, et de *coak* en Angleterre : il se réduit en une cendre grise; et soit qu'on l'emploie dans les fourneaux, en gros morceaux ou en poussière, il s'agglutine et se colle fortement, de manière à ne former qu'une masse qu'on est obligé de soulever et de rompre, afin que l'air ne soit pas intercepté par cette masse embrasée, et que le feu ne perde pas son activité.

Ce charbon collant produit une flamme qui s'élève moins, mais qui est beaucoup plus vive et plus âpre que celle du charbon sec; il donne une chaleur plus forte et beaucoup plus durable; il en

sort une fumée plus résineuse qu'alcalescente, qui n'a point l'odeur fétide de la plupart des charbons secs, et même, lorsqu'elle est très-atténuée, elle répand une sorte d'odeur de succin. Ce charbon est composé de petites lames fort minces, très-luisantes, et placées sans ordre; et si ces lames sont peu adhérentes, le charbon est très-friable : il est connu alors dans la Flandre sous le nom de *houille*, et sous celui de *menu poussier* dans les mines du Forès et du Lyonnais : mais d'autres fois ces lames, plus solides et plus adhérentes entre elles, donnent à ce charbon une continuité ferme, et qui permet de le détacher en gros morceaux. Ce charbon solide est celui qui est le plus recherché; ses lames sont assez souvent disposées en stries longitudinales, et d'un noir très-brillant : mais le luisant de ce charbon diffère de celui du charbon sec, en ce que ce dernier, quoique très-luisant, a un grain serré et uni, dont le poli naturel est comme onctueux, tandis que les lames du charbon collant ont une apparence vitreuse et brillante. M. Faujas a aussi observé qu'il se trouve quelquefois du charbon collant dans lequel la matière bitumineuse paroît affecter la forme cubique, et il dit que l'on rencontre particulièrement dans les charbons des environs d'Edimbourg et de Glascow, des morceaux qui ne paroissent être composés que d'une multitude de petits cubes bitumineux engagés les uns dans les autres, mais qui se détachent facilement.

L'on trouve aussi dans ces charbons collans, tantôt des parcelles ligneuses bien caractérisées, tantôt des bois pyritisés, et surtout diverses empreintes de végétaux semblables à des roseaux et à d'autres plantes dont il seroit assez difficile de déterminer exactement les espèces. Toutes ces empreintes sont en relief d'un côté, et en creux de l'autre; la substance de la plante a disparu, soit qu'elle ait été détruite par la pourriture, ou qu'elle se soit convertie en charbon. M. Faujas remarque avec raison qu'il seroit très-important de comparer ces sortes d'empreintes, et de voir s'il n'existeroit pas quelque différence entre les empreintes des charbons des terrains calcaires et celles des charbons des sols granitiques.

A l'égard de la situation des mines de charbon sec au milieu des terrains calcaires, les seuls où on les trouve, suivant M. Faujas, cet habile minéralogiste remarque que quand une mine de charbon se trouve, par exemple, dans les parties calcaires des Alpes, au pied de quelque escarpement entièrement dépouillé de terre végétale, et où la terre est à nu, l'on aperçoit tout d'un coup l'interruption de la roche calcaire dans l'endroit où se ren-

contre le charbon, dont les premières couches gisent sous une espèce de monticule d'argile pure ou marneuse, ou mêlée de sable quarzeux; la sonde en tire de l'argile plus ou moins pure, du charbon, de la pierre calcaire ordinairement feuilletée, quelquefois des bois charbonnifiés qui conservent leurs caractères ligneux, et qui sont mêlés avec des coquilles : ces premières couches sont suivies d'autres lits d'argile, de pierres calcaires ou de charbons, dont l'épaisseur varie. L'inclinaison de ces couches est la même que celle de la base sur laquelle elles s'appuient, et il est important de remarquer que l'on trouve souvent à de grandes profondeurs la matière même du charbon adhérente à la pierre calcaire, et que, dans les points de contact, les molécules du charbon sont mêlées et confondues avec celles de la pierre, de manière qu'on doit rapporter à la même époque la formation de ces pierres calcaires et celle du charbon.

Mais au contraire les mines de charbon *collant*, qui sont situées dans les montagnes granitiques ou schisteuses, ont été déposées dans des espèces de bassins où les courans de la mer ont transporté les argiles, les sables, les micas, avec les matières végétales; quelquefois les flots ont entraîné des pierres de diverses espèces, et en ont formé ces amas de cailloux roulés qu'on trouve au-dessus ou au-dessous des charbons collans; d'autres fois les bois et autres végétaux ont étéaccumulés sur les sables ou sur les argiles, où ils ont formé des couches parallèles lorsqu'ils ont été déposés sur un sol uni et horizontal, et n'ont formé que des pelotons ou des masses irrégulières, et des lits tortueux, interrompus et inclinés, lorsqu'ils ont été déposés sur une base inégale ou inclinée; et l'on doit observer que jamais le charbon collant ne porte immédiatement sur le granite. M. Faujas a observé qu'il existe constamment une couche de grès, de sable quarzeux, ou de pierres vitreuses, roulées et arrondies par le frottement entre les granites et les couches de charbon; et si ces mêmes couches renferment des lits intermédiaires d'argile en masse ou d'argile feuilletée, ces argiles sont également séparées du granite par les sables, les grès, les pierres roulées, ou par d'autres matières provenant de la décomposition des roches vitreuses : telles sont les différences que l'on peut remarquer, suivant M. Faujas, entre les charbons secs et les charbons collans, tant pour leur nature que pour leur gisement dans les terrains calcaires et dans les terrains granitiques et schisteux. Ce naturaliste présume avec raison que la nature des charbons secs, toujours situés dans les terrains calcaires, tient en

grande partie à leur formation contemporaine de celle des substances coquilleuses : la matière de ces charbons s'est mêlée avec la substance animale des coquillages dont les dépouilles ont formé les bancs de pierres calcaires; et les bois qui ont été convertis en charbon sec, placés au milieu de ces amas de matières alcalescentes, se sont imprégnés de l'alcali volatil qui s'en est dégagé; ce qui nous explique pourquoi ce charbon rend par la distillation une quantité d'alcali qui excède du double et du triple celle qu'on obtient des *charbons collans.*

L'on doit ajouter aux causes de ces différences entre les charbons collans et les charbons secs, l'influence de la terre végétale, qui se trouve en très-petite quantité dans le charbon sec, et entre au contraire pour beaucoup dans la formation du charbon collant; et comme cette terre limoneuse est mêlée en plus grande quantité de matières vitreuses que de substances calcaires, il pourroit se faire, ainsi que l'a observé M. Faujas, que les charbons collans ne se trouvassent jamais que dans les terrains granitiques et schisteux : et c'est par cette raison que cette terre limoneuse qui se boursoufle et augmente de volume lorsqu'on l'expose à l'action du feu, donne aux charbons collans la même propriété de se gonfler, de s'agglutiner et de se coller les uns contre les autres lorsqu'on les expose à l'action du feu.

Plus on multipliera les observations sur les charbons de terre, et plus on reconnoîtra entre leurs couches, et surtout dans les lits supérieurs, des empreintes de diverses sortes de plantes. « J'ai « vu, m'écrit M. de Morveau, dans toutes les mines de charbon « de Rive-de-Gier, de Saint-Chaumont et de Saint-Berain, des « empreintes de plantes, des prêles, des caille-laits, des joncs, « dont l'écorce est très-connoissable, et qui ont jusqu'à un pouce « de diamètre, un fruit qui joue la pomme de pin, des fougères « surtout en quantité. J'ai observé dans les contre-parties de ces « fougères, que, d'un côté, les tiges et les côtes entières étoient « en relief et les feuilles en creux, et, de l'autre côté, les côtes « et les tiges en creux et les feuilles en relief : quand les schistes « où sont ces empreintes sont très-micacés, comme dans un morceau que j'ai trouvé à Saint-Berain, on y distingue parfaitement « la substance même de la plante et des feuilles, qui y forme « une pellicule noire que l'on peut détacher, quoique très-mince. « J'ai vu dans le cabinet de M. le Camus, à Lyon, dans un de « ces schistes de Saint-Chaumont, un fruit rond de près d'un « pouce d'épaisseur, dont la coupe présente trois couches concen-

« triques; il croit que c'est une espèce de noix vomique [1]. » Toutes ces empreintes végétales achèvent de démontrer la véritable origine des charbons de terre, qui ne sont que des dépôts des bois et autres végétaux dont l'huile s'est, avec le temps convertie en bitume par son mélange avec les acides de la terre. Mais lorsque ces végétaux conservent plus ou moins les caractères extérieurs de leur première nature, lorsqu'ils offrent encore presque en entier leur contexture et leur configuration, et que les huiles et autres principes inflammables qu'ils renferment, n'ont pas été entièrement changés en bitume, ce ne sont alors que des bois ou végétaux fossiles qui n'ont pas encore toutes les qualités des charbons de terre, et qui, par leur état intermédiaire entre ces charbons et le bois ordinaire, sont une nouvelle preuve de l'origine de ces mêmes charbons qu'on ne peut rapporter qu'aux végétaux. On rencontre particulièrement de ces amas ou couches de bois fossile à Hoen et Stock-hausen, dans le pays de Nassau; à Satfeld, près de Heiligenbrom, dans le pays de Dillembourg en Allemagne, dans la Wétéravie, etc. Il y en a aussi en France, et on a découvert une de ces forêts souterraines entre Bourg-en-Bresse et Lons-le-Saunier. Mais ce n'est pas seulement dans quelques contrées particulières qu'on rencontre ces bois fossiles : on en trouve dans la plupart des terrains qui renferment des charbons de terre, et en une infinité d'autres endroits. Ces bois fossiles ont beaucoup de rapports avec les charbons de terre par leur couleur, par leur disposition en couches, par les terres qui en séparent les différens lits, par les sels qu'on en retire, etc.; mais ils en diffèrent par des caractères essentiels : le peu de bitume qu'ils contiennent est moins gras que celui des charbons; leur substance végétale et les matières terreuses qu'ils renferment, n'ont presque point été altérées par cette petite quantité de bitume; et enfin ces bois fossiles se rencontrent communément plus près de la surface du terrain que les charbons de terre, dont la première organisation a été souvent plus détruite, et dont les huiles ont toutes été converties en bitume.

Les bancs de schiste, d'argile ou de grès, qui renferment et recouvrent les mines de charbons de terre, sont souvent recouverts eux-mêmes, dans les environs des anciens volcans, par des couches de laves qui ne sont quelquefois séparées des charbons que par une petite épaisseur de terre. M. Faujas a fait cette observation

---

[1] Extrait d'une lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon, en date du 20 novembre 1779.

auprès du Puy en Vélay, auprès de Gensac en Vivarais, à Massarse dans le Nivernois, dans plusieurs endroits de l'Ecosse, et particulièrement dans les mines de Glascow, et dans celles qui appartiennent au lord Dundonal. Ces laves ne peuvent avoir coulé sur ces couches de charbons qu'après la formation de ces charbons et leur recouvrement par la terre, qui, leur servant de toit, les a préservés de l'inflammation qu'auroit produite le contact de la lave en fusion.

Nous avons présenté l'énumération de toutes les couches de charbons de terre de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége, avec les résultats que nous a fournis la comparaison de ces couches; nous donnons aussi, dans la note ci-dessous, l'état des couches de terre et de charbon du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne en Angleterre [1]. En comparant également les couches de cette mine de Caughley-lane, nous trouverons, ainsi que nous l'avions déjà conclu de la position et de la nature des couches du pays de Liége, que l'épaisseur des couches de charbon

---

[1] *Epaisseur des couches de terre du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Severne.*

	Verges.	Pouces.
Sable ordinaire.	1	18
Gravier ou sable plus gros.	2	24
Argile rouge.	0	27
Pierre calcaire.	4	0
Marne bleue et rouge.	3	18
Argile dure, bleuâtre, qui se durcit à la superficie.	0	18
Argile d'un bleu pâle ou gris de fer.	1	9
Argile grise.	5	18
Charbon sulfureux de mauvaise odeur.	0	18
Argile d'un gris brun.	3	24
Rocher avec bitume brun mêlé de veines blanches.	6	0
Argile rouge fort dure.	6	0
Rocher noir et gris.	5	18
Argile noire, rouge et bleue mêlée.	7	0
Rocher gris avec pierres de mine de fer dans les interstices.	13	0
Mauvais charbon.	0	18
Argile blanchâtre unie qui couvre le meilleur charbon.	1	12
Le meilleur charbon (*best-coal*).	2	0
Rocher qui fait le mur de la veine de charbon.	0	9
Charbon dont on fait le coak pour fondre la mine de fer.	0	27
Argile blanche, couverte par le charbon.	2	0
Banc de glaise brune et noire où se trouve la mine de fer.	2	0
Pierre dure sous mine de fer.	0	18
Couche d'argile dure qui couvre la mine.	0	27
Charbon dur, luisant, mêlé de *silex* qui fait feu avec l'acier.	1	0
TOTAL.	72	75

n'est pas relative à la profondeur où elles gisent, et nous verrons aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les couches de charbon, n'influe pas sur l'épaisseur de ces couches.

Et à l'égard de la bonne ou mauvaise qualité des charbons, on remarquera dans ces deux grands exemples, que celui qui est situé le plus profondément n'est pas le meilleur de tous; ce qui prouve qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre ne peut influer sur la nature du charbon qu'autant qu'il donne aux acides plus de temps pour convertir en bitume les huiles des végétaux enfouis; et tous les autres résultats que nous avons tirés de la nature et de la position des couches de la montagne de Saint-Gilles, se trouvent confirmés par la comparaison des couches de Caughley-lane. (*Ad. Buff.*)

DU BITUME.

QUOIQUE les bitumes se présentent sous différentes formes, ou plutôt dans des états différens, tant par leur consistance que par les couleurs, ils n'ont cependant qu'une seule et même origine primitive, mais ensuite modifiée par des causes secondaires : le naphte, le pétrole, l'asphalte, la poix de montagne, le succin, l'ambre gris, le jayet, le charbon de terre; tous les bitumes, en un mot, proviennent originairement des huiles animales ou végétales altérées par le mélange des acides : mais quoique le soufre provienne aussi des substances organisées, on ne doit pas le mettre au nombre des bitumes, parce qu'il ne contient point d'huile, et qu'il n'est composé que du feu fixe de ces mêmes substances combiné avec l'acide vitriolique.

Les matières bitumineuses sont ou solides comme le succin et le jayet, ou liquides comme le pétrole et le naphte, ou visqueuses, c'est-à-dire, d'une consistance moyenne entre le solide et le liquide, comme l'asphalte et la poix de montagne : les autres substances plus dures, telles que les schistes bitumineux, les charbons de terre, ne sont que des terres végétales ou limoneuses plus ou moins imprégnées de bitume.

Le naphte est le bitume liquide le plus coulant, le plus léger, le plus transparent et le plus inflammable. Le pétrole, quoique liquide et coulant, est ordinairement coloré et moins limpide que

le naphte. Ces deux bitumes ne se durcissent ni ne se coagulent à l'air; ce sont les huiles les plus ténues et les plus volatiles du bitume. L'asphalte, que l'on recueille sur l'eau ou dans le sein de la terre, est gras et visqueux dans ce premier état; mais bientôt il prend à l'air un certain degré de consistance et de solidité. Il en est de même de la poix de montagne, qui ne diffère de l'asphalte qu'en ce qu'elle est plus noire et moins tenace.

Le succin, qu'on appelle aussi *karabé*, et plus communément *ambre jaune*, a d'abord été liquide et a pris sa consistance à l'air, et même à la surface des eaux et dans le sein de la terre : le plus beau succin est transparent et de couleur d'or; mais il y en a de plus ou moins opaque, et de toutes les nuances de couleur du blanc au jaune et jusqu'au brun noirâtre : il renferme souvent de petits débris de végétaux et des insectes terrestres, dont la forme est parfaitement conservée [1]; il est électrique comme la résine végétale, et par l'analyse chimique on reconnoît qu'il ne contient d'autres matières solides qu'une petite quantité de fer, et qu'il est presque uniquement composé d'huile et d'acide [2]. Et comme l'on sait d'ailleurs qu'aucune substance purement minérale ne contient d'huile, on ne peut guère douter que le succin ne soit un pur résidu des huiles animales ou végétales saisies et pénétrées par les acides; et c'est peut-être à la petite quantité de fer contenue dans ces huiles, qu'il doit sa consistance et ses couleurs plus ou moins jaunes ou brunes.

Le succin se trouve plus fréquemment dans la mer que dans le sein de la terre [3], où il n'y en a que dans quelques endroits et

---

[1] M. Keysler dit qu'on ne voit dans le succin que des empreintes de végétaux et d'animaux terrestres, et jamais de poissons.... Cependant d'autres auteurs assurent qu'il s'y trouve quelquefois des poissons et des œufs de poissons. On m'a présenté, cette année 1778, un morceau d'environ deux pouces de diamètre, dans l'intérieur duquel il y avoit un petit poisson d'environ un pouce de longueur; mais comme la tranche de ce morceau de succin étoit un peu entamée, il m'a paru que c'étoit de l'ambre ramolli, dans lequel on a eu l'art de renfermer le petit poisson sans le déformer.

[2] De deux livres de succin entièrement brûlé, M. Bourdelin n'a obtenu que dix-huit grains d'une terre brune sans saveur, saline et contenant un peu de fer.

[3] On trouve du jayet et de l'ambre jaune dans une montagne près de Bugarach en Languedoc, à douze ou treize lieues de la mer, et cette montagne en est séparée par plusieurs autres montagnes. On trouve aussi du succin dans les fentes de quelques rochers en Provence. Il s'en trouve en Sicile le long des côtes d'Agrigente, de Catane; à Bologne, vers la Marche d'Ancône; et dans l'Ombrie à d'assez grandes distances de la mer. Il en est de même de celui que M. le marquis de Bonnac a vu tirer dans un endroit du territoire de Dantzick, séparé de la mer par de grandes hauteurs. M. Guettard, de l'Académie des Sciences, conserve dans son cabinet un morceau de succin qui a été trouvé dans le sein de la terre en Pologne,

presque toujours en petits morceaux isolés. Parmi ceux que la mer rejette, il y en a de différens degrés de consistance, et même il s'en trouve des morceaux assez mous; mais aucun observateur ne dit en avoir vu dans l'état d'entière liquidité, et celui que l'on tire de la terre, a toujours un assez grand degré de fermeté.

L'on ne connoît guère d'autre minière de succin que celle de Prusse, dont M. Neumann a donné une courte description, par laquelle il paroît que cette matière se trouve à une assez petite profondeur dans une terre dont la première couche est de sable, la seconde d'argile mêlée de petits cailloux de la grosseur d'un pouce, la troisième de terre noire remplie de bois fossiles à demi décomposés et bitumineux, et enfin la quatrième d'un minéral ferrugineux; c'est sous cette espèce de mine de fer que se trouve le succin par morceaux séparés et quelquefois accumulés en tas.

On voit que les huiles de la couche de bois ont dû être imprégnées de l'acide contenu dans l'argile de la couche supérieure, et qui en descendoit par la filtration des eaux; que ce mélange de l'acide avec l'huile du bois a rendu bitumineuse cette couche végétale; qu'ensuite les parties les plus ténues et les plus pures de ce bitume sont descendues de même sur la couche du minerai ferrugineux, et qu'en la traversant elles se sont chargées de quelques particules de fer, et qu'enfin c'est du résultat de cette dernière combinaison que s'est formé le succin qui se trouve audessous de la mine de fer.

Le jayet diffère du succin en ce qu'il est opaque et ordinairement très-noir : mais il est de même nature, quoique ce dernier ait quelquefois la transparence et le beau jaune de la topaze; car, malgré cette différence si frappante, les propriétés de l'un et de l'autre sont les mêmes : tous deux sont électriques; ce qui a fait donner au jayet le nom d'*ambre noir*, comme on a donné au succin celui d'*ambre jaune* : tous deux brûlent de même; seulement l'odeur que rend alors le jayet, est encore plus forte, et sa fumée plus épaisse que celle du succin. Quoique solide et assez dur, le jayet est fort léger, et on a souvent pris pour du jayet certains bois fossiles noirs, dont la cassure est lisse et luisante, et qui paroissent en effet ne différer du vrai jayet que parce qu'ils ne répandent aucune odeur bitumineuse en brûlant.

à plus de cent lieues de distance de la mer Baltique, et un autre morceau trouvé à Newburg, à vingt lieues de distance de Dantzick : il y en a dans des lieux encore plus éloignés de la mer, en Podolie, en Volhinie : le lac Lubien de Posnanie en rejette souvent, etc.

On trouve quelques minières de jayet en France; on en connoît une dans la province de Roussillon près de Bugarach. M. de Gensanne fait mention d'une autre dans le Gévaudan sur le penchant de la montagne près de Vebron, et d'une autre près de Rouffiac, diocèse de Narbonne, où l'on faisoit dans ces derniers temps de jolis ouvrages de cette matière. On a trouvé dans la glaise, en creusant la montagne de Saint-Germain-en-Laie, un morceau de bois fossile, dont M. Fougeroux de Bondaroy a fait une exacte comparaison avec le jayet. « On sait, dit ce savant académicien, « que la couleur du jayet est noire, mais que la superficie de ses « lames n'a point ce luisant qu'offre l'intérieur du morceau dans « sa cassure; c'est aussi ce qu'il est aisé de reconnoître dans le « morceau de bois de Saint-Germain. Dans l'intérieur d'une fente « ou d'un morceau rompu, on voit une couleur d'un noir d'ivoire « bien plus brillant que sur la surface du morceau. La dureté du « jayet et du morceau de bois est à peu près la même; étant polis ils « offrent la même nuance de couleur; tous deux brûlent et don- « nent de la flamme sur les charbons : le jayet répand une odeur « bitumineuse ou de pétrole; certains morceaux du bois en ques- « tion donnent une pareille odeur, surtout lorqu'ils ne contien- « nent point de pyrites. Ce morceau de bois est donc changé en « jayet, et il sert à confirmer le sentiment de ceux qui croient le « jayet produit par des végétaux. »

On trouve du très-beau jayet en Angleterre dans le comté d'Yorck et en plusieurs endroits de l'Ecosse; il y en a aussi en Allemagne et surtout à Wirtemberg. M. Bowles en a trouvé en Espagne près de *Peraleges*, « dans une montagne où il y a, dit- « il, des veines de bois bitumineux, qui ont jusqu'à un pied « d'épaisseur..... On voit très-bien que c'est du bois, parce que « l'on en trouve des morceaux avec leur écorce et leurs fibres « ligneuses, mêlés avec le véritable jayet dur. »

Il me semble que ces faits suffisent pour qu'on puisse prononcer que le succin et le jayet tirent immédiatement leur origine des végétaux, et qu'ils ne sont composés que d'huiles végétales devenues bitumineuses par le mélange des acides; que ces bitumes ont d'abord été liquides, et qu'ils se sont durcis par leur simple desséchement, lorsqu'ils ont perdu les parties aqueuses de l'huile et des acides dont ils sont composés. Le bitume qu'on appelle *asphalte* nous en fournit une nouvelle preuve; il est d'abord fluide, ensuite mou et visqueux, et enfin il devient dur par la seule dessiccation.

L'asphalte des Grecs est le même que le bitume des Latins; on

l'a nommé particulièrement *bitume de Judée*, parce que les eaux de la mer Morte et les terrains qui l'environnent en fournissent une grande quantité. Il a beaucoup de propriétés communes avec le succin et le jayet; il est de la même nature, et il paroît, ainsi que la poix de montagne, le pétrole et le naphte, ne devoir sa liquidité qu'à une distillation des charbons de terre et des bois bitumineux, qui, se trouvant voisins de quelque feu souterrain, laissent échapper les parties huileuses les plus légères, de la même maniere à peu près que ces substances bitumineuses donnent leurs huiles dans nos vaisseaux de chimie. Le naphte, le pétrole et le succin paroissent être les huiles les plus pures que fournisse cette espèce de distillation, et le jayet, la poix de montagne et l'asphalte sont les huiles plus grossières. L'Histoire sainte nous apprend que la mer Morte, ou le lac asphaltique de Judée, étoit autrefois le territoire de deux villes criminelles qui furent englouties : on peut donc croire qu'il y a eu des feux souterrains, qui, agissant avec violence dans ce lieu, ont été les instrumens de cet effet; et ces feux ne sont pas encore entièrement éteints; ils opèrent donc la distillation de toutes les matières végétales et bitumineuses qui les avoisinent, et produisent cet asphalte liquide que l'on voit s'élever continuellement à la surface du lac maudit, dont néanmoins les Arabes et les Egyptiens ont su tirer beaucoup d'utilité, tant pour goudronner leurs bateaux que pour embaumer leurs parens et leurs oiseaux sacrés; ils recueillent sur la surface de l'eau cette huile liquide, qui, par sa légèreté, la surmonte comme nos huiles végétales.

L'asphalte se trouve non-seulement en Judée et en plusieurs autres provinces du Levant, mais encore en Europe et même en France. J'ai eu occasion d'examiner et même d'employer l'asphalte de Neufchâtel; il est de la même nature que celui de Judée : en le mêlant avec une petite quantité de poix, on en compose un mastic avec lequel j'ai fait enduire, il y a trente-six ans, un assez grand bassin au Jardin du Roi, qui depuis a toujours tenu l'eau. On a aussi trouvé de l'asphalte en Alsace, en Languedoc, sur le territoire d'Alais et dans quelques autres endroits. La description que nous a donnée M. l'abbé de Sauvages de cet asphalte d'Alais, ajoute encore une preuve à ce que j'ai dit de sa formation par une distillation *per ascensum*. « On voit, dit-il, régner auprès de Ser-
« vas, à quelque distance d'Alais, sur une colline d'une grande
« étendue, un banc de rocher de marbre qui pose sur la terre
« et qui en est couvert : il est naturellement blanc; mais cette
« couleur est si fort altérée par l'asphalte qui le pénètre,

« qu'il est vers sa surface supérieure d'un brun clair et ensuite « très-foncé à mesure que le bitume approche du bas du rocher : « le terrain du dessous n'est point pénétré de bitume, à la réserve « des endroits où la tranche du banc est exposée au soleil; il en « découle en été du bitume qui a la couleur et la consistance de « la poix noire végétale; il en surnage sur une fontaine voisine, « dont les eaux ont en conséquence un goût désagréable.....

« Dans le fond de quelques ravines et au-dessous du rocher « d'asphalte, je vis un terrain mêlé alternativement de lits de « sable et de lits de charbon de pierre, tous parallèles à l'hori-« zon. » On voit par cet exposé que l'asphalte ne se trouve pas au-dessous, mais au-dessus des couches ou veines bitumineuses de bois et de charbon fossiles, et que par conséquent il n'a pu s'élever au-dessus que par une distillation produite par la chaleur d'un feu souterrain.

Tous les bitumes liquides, c'est-à-dire, l'asphalte, la poix de montagne, le pétrole et le naphte, coulent souvent avec l'eau des sources qui se trouvent voisines des couches de bois et de charbon fossiles. A Begrede, près d'Anson en Languedoc, il y a une fontaine qui jette du bitume que l'on recueille à fleur d'eau. On en recueille de même à Gabian, diocèse de Béziers, et cette fontaine de Gabian est fameuse par la quantité de pétrole qu'elle produit : néanmoins il paroît par un Mémoire de M. Rivière, publié en 1717, et par un autre Mémoire sans nom d'auteur, imprimé à Béziers en 1752, que cette source bitumineuse a été autrefois beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est aujourd'hui; car il est dit qu'elle a donné avant 1717, pendant plus de quatre-vingts ans, trente-six quintaux de pétrole par an, tandis qu'en 1752 elle n'en donnoit plus que trois ou quatre quintaux. Ce pétrole est d'un rouge brun foncé; son odeur est forte et désagréable; il s'enflamme très-aisément, et même la vapeur qui s'en élève, lorsqu'on le chauffe, prend feu si l'on approche une chandelle ou toute autre lumière à trois pieds de hauteur au-dessus : l'eau n'éteint pas ce pétrole allumé; et lors même que l'on plonge dans l'eau des mèches bien imbibées de cette huile inflammable, elles continuent de brûler quoique au-dessous de l'eau. Elle ne s'épaissit ni ne se fige par la gelée, comme le font la plupart des huiles végétales; et c'est par cette épreuve qu'on reconnoît si le pétrole est pur, ou s'il est mélangé avec quelqu'une de ces huiles. A Gabian, le pétrole ne sort de la source qu'avec beaucoup d'eau qu'il surnage toujours; car il est beaucoup plus léger, et l'est même plus que l'huile d'olive. « Une seule goutte de ce bitume, dit M. Rivière,

« versée sur une eau dormante, a occupé dans peu de temps un
« espace d'une toise de diamètre tout émaillé des plus vives cou-
« leurs; et en s'étendant davantage, il blanchit et enfin disparoît.
« Au reste, ajoute-t-il, cette huile de pétrole naturelle est la
« même que celle qui vient du succin dans la cornue vers le mi-
« lieu de la distillation. »

Cependant ce pétrole de Gabian n'est pas, comme le prétend l'auteur du Mémoire imprimé à Béziers en 1752, le vrai naphte de Babylone. A la vérité, beaucoup de gens prennent le naphte et le pétrole pour une seule et même chose; mais le naphte des Grecs, qui ne porte ce nom que parce que c'est la matière inflammable par excellence, est plus pur que l'huile de Gabian ou que toute autre huile terrestre que les Latins ont appelée *petroleum*, comme huile sortant des rochers avec l'eau qu'elle surnage. Le vrai naphte est beaucoup plus limpide et plus coulant; il a moins de couleur, et prend feu plus subitement à une distance assez grande de la flamme; si l'on en frotte du bois ou d'autres corps combustibles, ils continueront de brûler quoique plongés dans l'eau. Au reste, le terrain dans lequel se trouve le pétrole de Gabian, est environné et peut-être rempli de matières bitumineuses et de charbon de terre.

A une demi-lieue de distance de Clermont en Auvergne, il y a une source bitumineuse assez abondante et qui tarit par intervalles. « L'eau de cette source, dit M. le Monnier, a une amer-
« tume insupportable; la surface de l'eau est couverte d'une couche
« mince de bitume qu'on prendroit pour de l'huile, et qui, ve-
« nant à s'épaissir par la chaleur de l'air, ressemble en quelque
« façon à de la poix... En examinant la nature des terres qui en-
« vironnent cette fontaine, et en parcourant une petite butte qui
« n'en est pas fort éloignée, j'ai aperçu du bitume noir qui dé-
« couloit d'entre les fentes des rochers : il se sèche à mesure qu'il
« reste à l'air; et j'en ai ramassé environ une demi-livre; il est
« sec, dur et cassant, et s'enflamme aisément; il exhale une fumée
« noire fort épaisse, et l'odeur qu'il répand ressemble à celle de
« l'asphalte. Je suis persuadé que par la distillation on en retire-
« roit du pétrole. » Ce bitume liquide de Clermont est, comme l'on voit, moins pur que celui de Gabian; et depuis le naphte, que je regarde comme le bitume le mieux distillé par la Nature, au pétrole, à l'asphalte, à la poix de montagne, au succin, au jayet, et au charbon de terre, on trouve toutes les nuances et tous les degrés d'une plus ou moins grande pureté dans ces matières qui sont toutes de même nature.

« En Auvergne, dit M. Guettard, les monticules qui contien-
« nent le plus de bitume, sont ceux du Puy de Pège (Poix) et
« du Puy de Cronelles : celui de Pège se divise en deux têtes,
« dont la plus haute peut avoir douze ou quinze pieds ; le bitume
« y coule en deux ou trois endroits.... A côté de ce monticule se
« trouve une petite élévation d'environ trois pieds de hauteur
« sur quinze de diamètre ; selon M. Ozy, cette élévation n'est que
« de bitume qui se dessèche à mesure qu'il sort de la terre : la
« source est au milieu de cette élévation. Si l'on creuse en diffé-
« rens endroits autour et dessus cette masse de bitume, on ne
« trouve aucune apparence de rocher. Le Puy de Cronelles, peu
« éloigné du précédent, peut avoir trente ou quarante pieds de
« hauteur : le bitume y est solide ; on en voit des morceaux durs
« entre les crevasses des pierres. Il en est de même de la partie
« la plus élevée du Puy de Pège. »

En Italie, dans les duchés de Modène, Parme et Plaisance, le pétrole est commun ; le village de Miano, situé à douze milles de Parme, est un des lieux d'où on le tire dans certains puits construits de manière que cette huile vienne se rassembler dans le fond.

Les sources de naphte et de pétrole sont encore plus communes dans le Levant qu'en Italie ; quelques voyageurs assurent qu'on brûle plus d'huile de naphte que de chandelles à Bagdad. « Sur
« la route de Schiras à Bender Congo, à quelques milles de Be-
« naron vers l'orient, on voit, dit Gemelli Carreri, la montagne
« de Darap toute de pierre noire, d'où distille le fameux baume-
« momie, qui, s'épaississant à l'air, prend aussi une couleur noi-
« râtre. Quoiqu'il y ait beaucoup d'autres baumes en Perse, celui-
« ci a la plus grande réputation ; la montagne est gardée par ordre
« du roi ; tous les ans les visirs de Geaxoux, de Schiras et de Lar,
« vont ensemble ramasser la momie qui coule et tombe dans une
« conque où elle se coagule ; ils l'envoient au roi sous leur cachet
« pour éviter toute tromperie, parce que ce baume est éprouvé
« et très-estimé en Arabie et en Europe, et qu'on n'en tire pas
« plus de quarante onces par chaque année. » Je ne cite ce passage tout au long que pour rapporter à un bitume ce prétendu baume des momies. Nous avons au Cabinet du Roi les deux boîtes d'or remplies de ce baume-momie ou *mumia*, que l'ambassadeur de Perse apporta et présenta à Louis XIV ; ce baume n'est que du bitume, et le présent n'avoit de mérite que dans l'esprit de ceux qui l'ont offert. [1] Chardin parle de ce baume-mo-

[1] Sa majesté Louis XIV fit demander à l'ambassadeur du roi de Perse, 1°. la

mie[1], et il le reconnoît pour un bitume. Il dit qu'outre les momies ou corps desséchés qu'on trouve en Perse dans la province de Corassan, il y a une autre sorte de mumie ou bitume précieux qui distille des rochers, et qu'il y a deux mines ou deux sources de ce bitume : l'une dans la Caramanie déserte au pays de Lar, et que c'est le meilleur pour les fractures, blessures, etc.; l'autre dans le pays de Corassan. Il ajoute que ces mines sont gardées et fermées; qu'on ne les ouvre qu'une fois l'an en présence d'officiers de la province, et que la plus grande partie de ce bitume précieux est envoyée au trésor du roi. Il me paroît plus que vraisemblable que ces propriétés spécifiques attribuées par les Persans à leur baume-momie, sont communes à tous les bitumes de même consistance, et particulièrement à celui que nous appelons *poix de montagne;* et comme on vient de le voir, ce n'est pas seulement en Perse que l'on trouve des bitumes de cette sorte, mais dans plusieurs endroits de l'Europe et même en France, et peut-être dans tous les pays du monde, de la même manière que l'asphalte ou bitume de Judée s'est trouvé non-seulement sur la mer Morte, mais sur d'autres lacs et dans d'autres terres très-éloignées de la Judée. On voit en quelques endroits de la mer de Marmora, et particulièrement près d'Héraclée, une matière bitumineuse qui flotte sur l'eau en forme de filets que les nautoniers grecs ramassent avec soin, et que bien des gens prennent pour une sorte de pétrole; cependant elle n'en a ni l'odeur, ni le goût, ni la consistance : ses filets sont fermes et solides, et approchent plus en odeur et en consistance du bitume de Judée.

Dans la Thébaïde, du côté de l'est, on trouve une montagne appelée *Gebel-el-Moël,* ou montagne de l'huile, à cause qu'elle fournit beaucoup d'huile de pétrole. Oléarius et Tavernier font mention du pétrole qui se trouve aux environs de la mer Cas-

---

nom de cette drogue; 2°. à quoi elle est propre; 3°. si elle guérit les maladies tant internes qu'externes; 4°. si c'est une drogue simple ou composée. L'ambassadeur répondit, 1°. que cette drogue se nomme en persan *momia;* 2°. qu'elle est spécifique pour les fractures des os, et généralement pour toutes les blessures; 3°. qu'elle est employée pour les maladies internes et externes; qu'elle guérit les ulcères internes et externes, et fait sortir le fer qui pourroit être resté dans les blessures; 4°. que cette drogue est simple et naturelle; qu'elle distille d'un rocher dans la province de Dezar, qui est une des plus méridionales de la Perse; enfin qu'on peut s'en servir en l'appliquant sur les blessures, ou en la faisant fondre dans le beurre ou dans l'huile. Cette notice étoit jointe aux deux boîtes qui renferment cette drogue.

[1] Le nom de *momie* ou *mumia* en persan vient de *moum,* qui signifie *cire, gomme, onguent.*



pienne. Ce dernier voyageur dit « qu'au couchant de cette mer, « un peu au-dessus de Chamack, il y a une roche qui s'avance « sur le rivage, de laquelle distille une huile claire comme de « l'eau, jusque-là que des gens s'y sont trompés, et ont cru d'en « pouvoir boire; elle s'épaissit peu à peu, et au bout de neuf ou « dix jours elle devient grasse comme de l'huile d'olive, gardant « toujours sa blancheur..... Il y a trois ou quatre grandes roches « fort hautes, assez près de là, qui distillent aussi la même liqueur; « mais elle est plus épaisse, et tire sur le noir. On transporte cette « dernière huile dans plusieurs provinces de la Perse, où le menu « peuple ne brûle autre chose. » Léon l'Africain parle de la poix qui se trouve dans quelques rochers du mont Atlas et des sources qui sont infectées de ce bitume; il donne même la manière dont les Maures recueillent cette poix de montagne, qu'ils rendent liquide par le moyen du feu. On trouve à Madagascar cette même matière que Flaccour appelle *de la poix de terre* ou *bitume judaïque*. Enfin jusqu'au Japon, les bitumes sont non-seulement connus, mais très-communs; et Kæmpfer assure qu'en quelques endroits de ces îles l'on ne se sert que d'huile bitumineuse, au lieu de chandelle.

En Amérique, ces mêmes substances bitumineuses ne sont pas rares. Dampier a vu de la poix de montagne en blocs, de quatre livres pesant, sur la côte de Carthagène : la mer jette ce bitume sur les grèves sablonneuses de cette côte, où il demeure à sec; il dit que cette poix fond au soleil, et est plus noire, plus aigre au toucher et plus forte d'odeur que la poix végétale. Garcilasso, qui a écrit l'histoire du Pérou, et qui y étoit né, rapporte qu'anciennement les Péruviens se servoient de bitume pour embaumer leurs morts. Ainsi le bitume, et même ses usages, ont été connus de tous les temps, et presque de tous les peuples policés.

Je n'ai rassemblé tous ces exemples que pour faire voir que, quoique les bitumes se trouvent sous différentes formes dans plusieurs contrées, néanmoins les bitumes purs sont infiniment plus rares que les matières dont ils tirent leur origine; ce n'est que par une seconde opération de la Nature qu'ils peuvent s'en séparer et prendre de la liquidité : les charbons de terre, les schistes bitumineux, doivent être regardés comme les grandes masses de matières que les feux souterrains mettent en distillation pour former les bitumes liquides qui nagent sur les eaux ou coulent des rochers. Comme le bitume, par sa nature onctueuse, s'attache à toute matière, et souvent la pénètre, il faut la circonstance particulière du voisinage d'un feu souterrain, pour qu'il se mani-

feste dans toute sa pureté; car il me semble que la Nature n'a pas d'autre moyen pour cet effet. Aucun bitume ne se dissout ni ne se délaye dans l'eau : ainsi ces eaux qui sourdent avec du bitume n'ont pu enlever par leur action propre ces particules bitumineuses; et dès-lors n'est-il pas nécessaire d'attribuer à l'action du feu l'origine de ce bitume coulant, et même à l'action du vrai feu, et non pas de la température ordinaire de l'intérieur de la terre? car il faut une assez grande chaleur pour que les bitumes se fondent, et il en faut encore une plus grande pour qu'ils se résolvent en naphte et en pétrole; et tant qu'ils n'éprouvent que la température ordinaire, ils restent durs, soit à l'air, soit dans la terre. Ainsi tous les bitumes coulans doivent leur liquidité à des feux souterrains, et ils ne se trouvent que dans les lieux où les couches de terre bitumineuse et les veines de charbon sont voisines de ces feux qui non-seulement en liquéfient le bitume, mais le distillent et en font élever les parties les plus ténues pour former le naphte et les pétroles, lesquels se mêlant ensuite avec des matières moins pures, produisent l'asphalte et la poix de montagne, ou se coagulent en jayet et en succin.

Nous avons déjà dit que le succin a certainement été liquide, puisqu'on voit dans son intérieur des insectes, dont quelques-uns y sont profondément enfoncés : il faut cependant avouer que jusqu'à présent aucun observateur n'a trouvé le succin dans cet état de liquidité; et c'est probablement parce qu'il ne faut qu'un très-petit temps pour le consolider. Ces insectes s'y empêtrent peut-être lorsqu'il distille des rochers, et lorsqu'il surnage sur l'eau de la mer, où la chaleur de quelque feu souterrain le sublime en liqueur, comme l'huile de pétrole, l'asphalte et les autres bitumes coulans.

Quoiqu'on trouve en Prusse et en quelques autres endroits, des mines de succin dans le sein de la terre, cette matière est néanmoins plus abondante dans certaines plages de la mer : en Prusse et en Poméranie, la mer Baltique jette sur les côtes une grande quantité de succin, presque toujours en petits morceaux de toutes les nuances de blanc, de jaune, de brun, et de différens degrés de pureté; et à la vue encore plus qu'à l'odeur, on seroit tenté de croire que le succin n'est qu'une résine comme la copale, à laquelle il ressemble. Mais le succin est également impénétrable à l'eau, aux huiles et à l'esprit-de-vin, tandis que les résines, qui résistent à l'action de l'eau, se dissolvent en entier par les huiles, et surtout par l'esprit-de-vin. Cette différence suppose donc dans le succin une autre matière que celle des résines, ou du moins une combi-

naison différente de la même matière : or on sait que toutes les huiles végétales concrètes sont ou des gommes qui ne se dissolvent que dans l'eau, ou des résines qui ne se dissolvent que dans l'esprit-de-vin, ou enfin des gommes-résines qui ne se dissolvent qu'imparfaitement par l'une et par l'autre; dès-lors ne pourroit-on pas présumer, par la grande ressemblance qui se trouve d'ailleurs entre le succin et les résines, que ce n'est en effet qu'une gomme-résine dans laquelle le mélange des parties gommeuses et résineuses est si intime et en telle proportion, que ni l'eau ni l'esprit-de-vin ne peuvent l'attaquer ? l'exemple des autres gommes-résines, que ces deux menstrues n'attaquent qu'imparfaitement, semble nous l'indiquer.

En général, on ne peut pas douter que le succin, et tous les autres bitumes liquides ou concrets, ne doivent leur origine aux huiles animales et végétales imprégnées d'acide : mais comme, indépendamment des huiles, les animaux et végétaux contiennent des substances gélatineuses et mucilagineuses en grande quantité, il doit se trouver des bitumes uniquement composés d'huile, et d'autres mêlés d'huile et de matière gélatineuse ou mucilagineuse; des bitumes produits par les seules résines, d'autres par les gommes-résines mêlées de plus ou moins d'acide; et c'est à ces diverses combinaisons des différens résidus des substances animales ou végétales que sont dues les variétés qui se trouvent dans les qualités des bitumes.

Par exemple, l'ambre gris paroît être un bitume qui a conservé les parties les plus odorantes des résines dont le parfum est aromatique; il est dans un état de mollesse et de viscosité dans le fond de la mer, auquel il est attaché, et il a une odeur très-désagréable et très-forte dans cet état de mollesse avant son dessèchement. L'avidité avec laquelle les oiseaux, les poissons et la plupart des animaux terrestres le recherchent et l'avalent, semble indiquer que ce bitume contient aussi une grande quantité de matière gélatineuse et nutritive. Il ne se trouve pas dans le sein de la terre; c'est dans celui de la mer, et surtout dans les mers méridionales, qu'il est en plus grande quantité : il ne se détache du fond que dans le temps des plus grandes tempêtes; et c'est alors qu'il est jeté sur les rivages. Il durcit en séchant; mais une chaleur médiocre le ramollit plus aisément que les autres bitumes : il se coagule par le froid, et n'acquiert jamais autant de fermeté que le succin; cependant, par l'analyse chimique, il donne les mêmes résultats et laisse les mêmes résidus. Enfin il ne resteroit aucun doute sur la conformité de nature entre cet ambre jaune

ou succin et l'ambre gris, si ce dernier se trouvoit également dans le sein de la terre et dans la mer : mais jusqu'à ce jour il n'y a qu'un seul homme qui ait dit qu'on a trouvé de l'ambre gris dans la terre en Russie; néanmoins, comme l'on n'a pas d'autres exemples qui puissent confirmer ce fait, et que tout l'ambre gris que nous connoissons a été ou tiré de la mer, ou rejeté par ses flots, on doit présumer que c'est dans la mer seulement que l'huile et la matière gélatineuse dont il est composé, se trouvent dans l'état nécessaire à sa formation. En effet, le fond de la mer doit être revêtu d'une très-grande quantité de substance gélatineuse animale, par la dissolution de tous les corps des animaux qui y vivent et périssent [1], et cette matière gélatineuse doit y être tenue dans un état de mollesse et de fraîcheur, tandis que cette même matière gélatineuse des animaux terrestres, une fois enfouie dans les couches de la terre, s'est bientôt entièrement dénaturée par le desséchement ou le mélange qu'elle a subi. Ainsi ce n'est que dans le fond de la mer que doit se trouver cette matière dans son état de fraîcheur : elle y est mêlée avec un bitume liquide; et comme la liquidité des bitumes n'est produite que par la chaleur des feux souterrains, c'est aussi dans les mers dont le fond est chaud, comme celles de la Chine et du Japon, qu'on trouve l'ambre gris en plus grande quantité; et il paroît encore que c'est à la matière gélatineuse, molle dans l'eau, et qui prend de la consistance par le desséchement, que l'ambre gris doit la mollesse qu'on lui remarque tant qu'il est dans la mer, et la propriété de se durcir promptement en se desséchant à l'air; tout comme on peut croire que c'est par l'intermède de la partie gommeuse de sa gomme-résine, que le succin peut avoir dans les eaux de la mer une demi-fluidité.

L'ambre gris, quoique plus précieux que l'ambre jaune, est néanmoins plus abondant; la quantité que la Nature en produit est très-considérable, et on le trouve presque toujours en morceaux bien plus gros que ceux du succin, et il seroit beaucoup moins rare s'il ne servoit pas de pâture aux animaux. Les endroits où la mer le rejette en plus grande quantité dans l'ancien continent, sont les côtes des Indes méridionales, et particulièrement des îles Philippines et du Japon, et sur les côtes du Pégu et de Bengale; celles de l'Afrique, entre Mozambique et la mer Rouge, et entre le cap Vert et le royaume de Maroc.

---

[1] M. de Montbeillard a observé, en travaillant à l'histoire des insectes, qu'il y a plusieurs classes d'animaux et insectes marins, tels que les polypes et autres, dont la chair est parfumée, et il est tout naturel que cette matière soit entrée dans la composition de l'ambre gris.

En Amérique, il s'en trouve dans la baie de Honduras, dans le golfe de la Floride, sur les côtes de l'île du Maragnon au Brésil; et tous les voyageurs s'accordent à dire que si les chats sauvages, les sangliers, les renards, les oiseaux, et même les poissons et les crabes, n'étoient pas fort friands de cette drogue précieuse, elle seroit bien plus commune. Comme elle est d'une odeur très-forte au moment que la mer vient de la rejeter, les Indiens, les Nègres et les Américains la cherchent par l'odorat plus que par les yeux; et les oiseaux, avertis de loin par cette odeur, arrivent en nombre pour s'en repaître, et souvent indiquent aux hommes les lieux où ils doivent la chercher. Cette odeur désagréable et forte s'adoucit peu à peu, à mesure que l'ambre gris se sèche et se durcit à l'air. Il y en a de différens degrés de consistance et de couleur différente, du gris, du brun, du noir, et même du blanc : mais le meilleur et le plus dur paroît être le gris cendré. Comme les poissons, les oiseaux et tous les animaux qui fréquentent les eaux ou les bords de la mer, avalent ce bitume avec avidité, ils le rendent mêlé de la matière de leurs excrémens; et cette matière étant d'un blanc de craie dans les oiseaux, cet ambre blanc, qui est le plus mauvais de tous, pourroit bien être celui qu'ils rendent avec leurs excrémens; et de même l'ambre noir seroit celui que rendent les cétacés et les grands poissons dont les déjections sont communément noires.

Et comme l'on a trouvé de l'ambre gris dans l'estomac et les intestins de quelques cétacés, ce seul indice a suffi pour faire naître l'opinion que c'étoit une matière animale qui se produisoit particulièrement dans le corps des baleines, et que peut-être c'étoit leur sperme, etc.; d'autres ont imaginé que l'ambre gris étoit de la cire et du miel tombés des côtes dans les eaux de la mer, et ensuite avalés par les grands poissons, dans l'estomac desquels ils se convertissoient en ambre, ou devenoient tels par le seul mélange de l'eau marine; d'autres ont avancé que c'étoit une plante comme les champignons ou les truffes, ou bien une racine qui croissoit dans le terrain du fond de la mer : mais toutes ces opinions ne sont fondées que sur de petits rapports ou de fausses analogies. L'ambre gris, qui n'a pas été connu des Grecs ni des anciens Arabes, a été, dans ce siècle, reconnu pour un véritable bitume par toutes ses propriétés; seulement il est probable, comme je l'ai insinué, que ce bitume, qui diffère de tous les autres par la consistance et l'odeur, est mêlé de quelques parties gélatineuses ou mucilagineuses des animaux et des végétaux, qui lui donnent cette qualité particulière : mais l'on ne peut douter que le fond et

même la majeure partie de sa substance ne soit un vrai bitume.

Il paroît que l'ambre gris mou et visqueux tient ferme sur le fond de la mer, puisqu'il ne s'en détache que par force dans le temps de la plus grande agitation des eaux; la quantité jetée sur les rivages, et qui reste après la déprédation qu'en font les animaux, démontre que c'est une production abondante de la Nature, et non pas le sperme de la baleine, ou le miel des abeilles, ou la gomme de quelque arbre particulier. Ce bitume, rejeté, ballotté par la mer, remplit quelquefois les fentes des rochers contre lesquels les flots viennent se briser. Robert Lade décrit l'espèce de pêche qu'il en a vu faire sur les côtes des îles Lucaies; il dit que l'ambre gris se trouve toujours en beaucoup plus grande quantité dans la saison où les vents règnent avec le plus de violence, et que les plus grandes richesses en ce genre se trouvoient entre la petite île d'Éleuthère et celle de Harbour, et que l'on ne doutoit pas que les Bermudes n'en continssent encore plus. « Nous « commençâmes, dit-il, notre recherche par l'île d'Éleuthère, « dans un jour fort calme, le 14 de mars, et nous rapportâmes « ce même jour douze livres d'ambre gris. Cette pêche ne nous « coûta que la peine de plonger nos crochets de fer dans les lieux « que notre guide nous indiquoit, et nous eussions encore mieux « fait si nous eussions eu des filets....... L'ambre mou se plioit de « lui-même, et embrassoit le crochet de fer avec lequel il se lais- « soit tirer jusque dans la barque : mais, faute de filets, nous « eûmes le regret de perdre deux des plus belles masses d'ambre « que j'aie vues de ma vie; leur forme étant ovale, elles ne fu- « rent pas plus tôt détachées, que, glissant sur le crochet, elles se « perdirent dans la mer..... Nous admirâmes avec quelle promp- « titude ce qui n'étoit qu'une gomme mollasse dans le sein de la « mer, prenoit assez de consistance en un quart d'heure pour « résister à la pression de nos doigts : le lendemain, notre ambre « gris étoit aussi ferme et aussi beau que celui qu'on vante le plus « dans les magasins de l'Europe...... Quinze jours que nous em- « ployâmes à la pêche de l'ambre gris ne nous en rapportèrent « qu'environ cent livres. Notre guide nous reprocha d'être venus « trop tôt; il nous pressoit de faire le voyage des Bermudes, assu- « rant qu'il y en avoit encore en plus grande quantité....... qu'on « en avoit tiré une masse de quatre-vingts livres pesant; ce qui « cessa de m'étonner lorsque j'appris, dit ce voyageur, qu'on en « avoit trouvé sur les côtes de la Jamaïque une masse de cent « quatre-vingts livres. »

Les Chinois, les Japonais, et plusieurs autres peuples de l'Asie,

ne font pas de l'ambre gris autant de cas que les Européens : ils estiment beaucoup plus l'ambre jaune ou succin, qu'ils brûlent en quantité par magnificence, tant à cause de la bonne odeur que sa fumée répand, que parce qu'ils croient cette vapeur très-salubre et même spécifique pour les maux de tête et les affections nerveuses.

L'appétit véhément de presque tous les animaux pour l'ambre gris n'est pas le seul indice par lequel je juge qu'il contient des parties nutritives, mucilagineuses, provenant des végétaux, ou même des parties gélatineuses des animaux ; et sa propriété, analogue avec le musc et la civette, semble confirmer mon opinion. Le musc et la civette sont, comme nous l'avons dit, de pures substances animales; l'ambre gris ne développe sa bonne odeur et ne rend un excellent parfum que quand il est mêlé de musc et de civette en dose convenable : il y a donc un rapport très-voisin entre les parties odorantes des animaux et celles de l'ambre gris, et peut-être toutes deux sont-elles de même nature.

DE LA PYRITE MARTIALE.

Je ne parlerai point ici des pyrites cuivreuses ni des pyrites arsenicales : les premières ne sont qu'un minerai de cuivre; et les secondes, quoique mêlées de fer, diffèrent de la pyrite martiale en ce qu'elles résistent aux impressions de l'air et de l'humidité, et qu'elles sont même susceptibles de recevoir le plus vif poli. Le nom de *marcassites*, sous lequel ces pyrites arsenicales sont connues, les distingue assez pour qu'on ne puisse les confondre avec la pyrite qu'on appelle *martiale*, parce qu'elle contient une plus grande quantité de fer que de tout autre métal ou demi-métal. Cette pyrite, quoique très-dure, ne peut se polir et ne résiste pas à l'impression, même légère, des élémens humides ; elle s'effleurit à l'air, et bientôt se décompose en entier. La décomposition s'en fait par une effervescence accompagnée de tant de chaleur, que ces pyrites amoncelées, soit par la main de l'homme, soit par celle de la Nature, prennent feu d'elles-mêmes dès qu'elles sont humectées; ce qui démontre qu'il y a dans la pyrite une grande quantité de feu fixe; et comme cette matière du feu ne se manifeste sous une forme solide que quand elle est saisie par l'acide, il faut en con-

clure que la pyrite renferme également la substance du feu fixe et celle de l'acide : mais comme la pyrite elle-même n'a pas été produite par l'action du feu, elle ne contient point de soufre formé, et ce n'est que par la combustion qu'elle peut en fournir [1]. Ainsi l'on doit se borner à dire que les pyrites contiennent les principes dont le soufre se forme par le moyen du feu, et non pas affirmer qu'elles contiennent du soufre tout formé. Ces deux substances, l'une de feu, l'autre d'acide, sont, dans la pyrite, intimement réunies et liées à une terre souvent calcaire qui leur sert de base, et qui toujours contient une plus ou moins grande quantité de fer; ce sont là les seules substances dont la pyrite martiale est composée : elles concourent par leur mélange et leur union intime à lui donner un assez grand degré de dureté pour étinceler contre l'acier; et comme la matière du feu fixe provient des corps organisés, les molécules organiques que cette matière a conservées, tracent dans ce minéral les premiers linéamens de l'organisation en lui donnant une forme régulière, laquelle, sans être déterminée à telle ou telle figure, est néanmoins toujours achevée régulièrement, en sphères, en ellipses, en prismes, en pyramides, en aiguilles, etc.; car il y a des pyrites de toutes ces formes différentes, selon que les molécules organiques contenues dans la matière du feu ont, par leur mouvement, tracé la figure et le plan sur lequel les particules ont été forcées de s'arranger.

La pyrite est donc un minéral de figure régulière et de seconde formation, et qui n'a pu exister avant la naissance des animaux et des végétaux; c'est un produit de leurs détrimens plus immédiat que le soufre, qui, quoiqu'il tire sa première origine de ces mêmes détrimens des corps organisés, a néanmoins passé par l'état de pyrite, et n'est devenu soufre que par l'effervescence ou la combustion : or l'acide, en se mêlant avec les huiles grossières des végétaux, les convertit en bitume; et, saisissant de même les parties subtiles du feu fixe que ces huiles renfermoient, il en compose les pyrites en s'unissant à la matière ferrugineuse, qui lui est plus analogue qu'aucune autre par l'affinité qu'a le fer avec ces deux principes du soufre : aussi les pyrites se trouvent-elles sur toute la surface de la terre jusqu'à la profondeur où sont parvenus les détrimens des corps organisés, et la matière pyriteuse

[1] On pourra dire que la combustion n'est pas toujours nécessaire pour produire du soufre, puisque les acides séparent le même soufre, tant des pyrites que des compositions artificielles dans lesquelles on a fait entrer le soufre tout formé; mais cette action des acides n'est-elle pas une sorte de combustion, puisqu'ils n'agissent que par le feu qu'ils contiennent?

n'est nulle part plus abondante que dans les endroits qui en contiennent les détrimens, comme dans les mines de charbon de terre, dans les couches de bois fossiles, et même dans l'argile, parce qu'elle renferme les débris des coquillages et tous les premiers détrimens de la Nature vivante au fond des mers. On trouve de même des pyrites sous la terre végétale, dans les matières calcaires, et dans toutes celles où l'eau pluviale peut déposer la terre limoneuse et les autres détrimens des corps organisés.

La force d'affinité qui s'exerce entre les parties constituantes des pyrites est si grande, que chaque pyrite a sa sphère particulière d'attraction; elles se forment ordinairement en petits morceaux séparés, et on ne les trouve que rarement en grands bancs ni en veines continues [1], mais seulement en petits lits, sans être réunies ensemble, quoiqu'à peu près contiguës et à peu de distance les unes des autres : et lorsque cette matière pyriteuse se trouve trop mélangée, trop impure, pour pouvoir se réunir en masse régulière, elle reste disséminée dans les matières brutes, telles que le schiste ou la pierre calcaire, dans lesquelles elle semble exercer encore sa grande force d'attraction; car elle leur donne un degré de dureté qu'aucun autre mélange ne pourroit leur communiquer : les grès même qui se trouvent pénétrés de la matière pyriteuse, sont communément plus durs que les autres; le charbon pyriteux est aussi le plus dur de tous les charbons de terre. Mais cette dureté communiquée par la pyrite ne subsiste qu'autant que ces matières durcies par son mélange sont à l'abri de l'action des élémens humides : car ces pierres calcaires, ces grès et ces schistes si durs, parce qu'ils sont pyriteux, perdent à l'air en assez peu de temps, non-seulement leur dureté, mais même leur consistance.

Le feu fixe, d'abord contenu dans les corps organisés, a été, pendant leur décomposition, saisi par l'acide, et tous deux, réunis à la matière ferrugineuse, ont formé des pyrites martiales en très-grande quantité, dès le temps de la naissance et de la première mort des animaux et des végétaux : c'est à cette époque, presque aussi ancienne que celle de la naissance des coquillages, qu'il faut rapporter le temps de la formation des couches de la

---

[1] Il y a dans le comté d'Alais en Languedoc, une masse de pyrites de quelques lieues d'étendue, sur laquelle on a établi deux manufactures de vitriol : il y a aussi près de Saint-Dizier en Champagne, un banc de pyrites martiales dont on ne connoît pas l'étendue, et ces pyrites en masses continues sont posées sur un banc de grès.

terre végétale et du charbon de terre, et aussi les amas de pyrites qui ont fait, en s'échauffant d'elles-mêmes, le premier foyer des volcans; toutes ces matières combustibles sont encore aujourd'hui l'aliment de leurs feux, et la matière première du soufre qu'ils exhalent; et comme avant l'usage que l'homme a fait du feu, rien ne détruisoit les végétaux que leur vétusté, la quantité de matière végétale accumulée pendant ces premiers âges est immense : aussi s'est-il formé des pyrites dans tous les lieux de la terre, sans compter les charbons, qui doivent être regardés comme les restes précieux de cette ancienne matière végétale, qui s'est conservée dans son baume et son huile, devenue bitume par le mélange de l'acide.

Le bitume et la matière pyriteuse proviennent donc également des corps organisés; le premier en est l'huile, et la seconde la substance du feu fixe, l'un et l'autre saisis par l'acide : la différence essentielle entre le bitume et la pyrite martiale consiste en ce que la pyrite ne contient point d'huile, mais du feu fixe, de l'acide et du fer; or nous verrons que le fer a la plus grande affinité avec le feu fixe et l'acide, et nous avons déjà démontré que ce métal contenu en assez grande quantité dans tous les corps organisés, se réunit en grains et se régénère dans la terre végétale dont il fait partie constituante. Ce sont donc ces mêmes parties ferrugineuses disséminées dans la terre végétale, que la pyrite s'approprie dans sa formation, en les dénaturant au point que, quoique contenant une grande quantité de fer, la pyrite ne peut être mise au nombre des mines de fer, dont les plus pauvres donnent plus de métal que les pyrites les plus riches ne peuvent en rendre, surtout dans les travaux en grand, parce qu'elles brûlent plus qu'elles ne fondent, et que, pour en tirer le fer, il faudroit les griller plusieurs fois; ce qui seroit aussi long que dispendieux, et ne donneroit pas encore une aussi bonne fonte que les vraies mines de fer.

La matière pyriteuse contenue dans la couche universelle de la terre végétale est quelquefois divisée en parties si ténues, qu'elle pénètre avec l'eau, non-seulement dans les joints des pierres calcaires, mais même à travers leur masse, et que, se rassemblant ensuite dans quelque cavité, elle y forme des pyrites massives. M. de Lassone en cite un exemple dans les carrières de Compiègne, et je puis confirmer ce fait par plusieurs autres semblables. J'ai vu dans les derniers bancs de plusieurs carrières de pierre et de marbre, des pyrites en petites masses et en grand nombre, la plupart plates et arrondies, d'autres anguleuses, d'autres à peu près sphé-

riques, etc.; j'ai vu qu'au-dessous de ce dernier banc de pierre calcaire qui étoit situé sous les autres, à plus de cinquante pieds de profondeur, et qui portoit immédiatement sur la glaise, il s'étoit formé un petit lit de pyrites aplaties entre la pierre et la glaise; j'en ai vu de même dans l'argile à d'assez grandes profondeurs, et j'ai suivi dans cette argile la trace de la terre végétale avec laquelle la matière pyriteuse étoit descendue par la filtration des eaux. L'origine des pyrites martiales, en quelque lieu qu'elles se trouvent, me paroît donc bien constatée; elles proviennent, dans la terre végétale, des détrimens des corps organisés lorsqu'ils se rencontrent avec l'acide, et elles se trouvent partout où ces détrimens ont été transportés anciennement par les eaux de la mer, ou infiltrés dans des temps plus modernes par les eaux pluviales.

Comme les pyrites ont un poids presque égal à celui d'un métal, qu'elles ont aussi le luisant métallique, qu'enfin elles se trouvent quelquefois dans les terrains voisins des mines de fer, on les a souvent prises pour de vraies mines. Cependant il est très-aisé de ne s'y pas méprendre, même à la première inspection; car elles sont toutes d'une figure décidée, quoique irrégulière et souvent différente : d'ailleurs on ne les trouve guère mêlées en quantité avec la mine de fer en grains; s'il s'en rencontre dans les mines de fer en grandes masses, elles s'y sont formées, comme dans les bancs de pierre, par la filtration des eaux : elles sont aussi plus dures que les mines de fer; et lorsqu'on les mêle au fourneau, elles les dénaturent et les brûlent au lieu de les faire fondre. Elles ne sont pas disposées, comme les mines de fer, en amas ou en couches, mais toujours dispersées, ou du moins séparées les unes des autres, même dans les petits lits où elles sont le plus contiguës.

Lorsqu'elles se trouvent amoncelées dans le sein de la terre, et que l'humidité peut arriver à leur amas, elles produisent les feux souterrains dont les grands effets nous sont représentés par les volcans, et les moindres effets par la chaleur des eaux thermales et par les sources de bitume fluide que cette chaleur élève par distillation.

La pyrite, qui paroît n'être qu'une matière ingrate et même nuisible, est néanmoins un des principaux instrumens dont se sert la Nature pour reproduire le plus noble de tous ses élémens; elle a renfermé dans cette matière vile le plus précieux de ses trésors, ce feu fixe, ce feu sacré qu'elle avoit départi aux êtres organisés, tant par l'émission de la lumière du soleil que par la chaleur douce dont jouit en propre le globe de la Terre.

Je renvoie aux articles suivans ce que nous avons à dire, tant au sujet des marcassites que sur les pyrites jaunes cuivreuses, les blanches arsenicales, les galènes du plomb, et en général sur les minerais métalliques, dont la plupart ne sont que des pyrites plus ou moins mêlées de métal.

DES MATIÈRES VOLCANIQUES.

Sous le nom de *matières volcaniques*, je n'entends pas comprendre toutes les matières rejetées par l'explosion des volcans, mais seulement celles qui ont été produites ou dénaturées par l'action de leurs feux. Un volcan, dans une grande éruption annoncée par les mouvemens convulsifs de la terre, soulève, détache et lance au loin les rochers, les sables, les terres, toutes les masses, en un mot, qui s'opposent à l'exercice de ses forces : rien ne peut résister à l'élément terrible dont il est animé. L'océan de feu qui lui sert de base, agite et fait trembler la terre avant de l'entr'ouvrir : les résistances qu'on croiroit invincibles, sont forcées de livrer passage à ses flots enflammés; ils enlèvent avec eux les bancs entiers ou en débris des pierres les plus dures, les plus pesantes, comme les couches de terre les plus légères; et projetant le tout sans ordre et sans distinction, chaque volcan forme au-dessus et autour de sa montagne, des collines de décombres de ces mêmes matières, qui faisoient auparavant la partie la plus solide et le massif de sa base.

On retrouve dans ces amas immenses de pierres projetées les mêmes sortes de pierres vitreuses ou calcaires, les mêmes sables et terres dont les unes n'ayant été que déplacées et lancées, sont demeurées intactes, et n'ont reçu aucune atteinte de l'action du feu; d'autres qui en ont été sensiblement altérées, et d'autres enfin qui ont subi une si forte impression du feu, et souffert un si grand changement, qu'elles ont, pour ainsi dire, été transformées, et semblent avoir pris une nature nouvelle et différente de celle de toutes les matières qui existoient auparavant.

Aussi avons-nous cru devoir distinguer dans la matière purement brute deux états différens, et en faire deux classes séparées [1]; la première composée des produits immédiats du feu

[1] Voyez le premier article de cette Histoire des minéraux, tome II, page 589.

primitif, et la seconde des produits secondaires de ces foyers particuliers de la Nature dans lesquels elle travaille en petit comme elle opéroit en grand dans le foyer général de la vitrification du globe; et même ses travaux s'exercent sur un plus grand nombre de substances, et sont plus variés dans les volcans qu'ils ne pouvoient l'être dans le feu primitif, parce que toutes les matières de seconde formation n'existoient pas encore, les argiles, la pierre calcaire, la terre végétale, n'ayant été produites que postérieurement par l'intermède de l'eau; au lieu que le feu des volcans agit sur toutes les substances anciennes ou nouvelles, pures ou mélangées, sur celles qui ont été produites par le feu primitif, comme sur celles qui ont été formées par les eaux, sur les substances organisées et sur les masses brutes; en sorte que les matières volcaniques se présentent sous des formes bien plus diversifiées que celles des matières primitives.

Nous avons recueilli et rassemblé pour le Cabinet du Roi une grande quantité de ces productions de volcans; nous avons profité des recherches et des observations de plusieurs physiciens, qui, dans ces derniers temps, ont soigneusement examiné les volcans actuellement agissans et les volcans éteints : mais avec ces lumières acquises et réunies, je ne me flatte pas de donner ici la liste entière de toutes les matières produites par leurs feux, et encore moins de pouvoir présenter le tableau fidèle des opérations qui s'exécutent dans ces fournaises souterraines, tant pour la destruction des substances anciennes que pour la production ou la composition des matières nouvelles.

Je crois avoir bien compris, et j'ai tâché de faire entendre, comment se fait la vitrification des laves dans les monceaux immenses de terres brûlées, de cendres et d'autres matières ardentes projetées par explosion dans les éruptions du volcan; comment la lave jaillit en s'ouvrant des issues au bas de ces monceaux; comment elle roule en torrens, ou se répand comme un déluge de feu, portant partout la dévastation et la mort; comment cette même lave, gonflée par son feu intérieur, éclate à sa surface, et jaillit de nouveau pour former des éminences élevées au-dessus de son niveau; comment enfin, précipitant son cours du haut des côtes dans la mer, elle forme ces colonnes de basalte qui, par leur renflement et leur effort réciproque, prennent une figure prismatique, à plus ou moins de pans, suivant les différentes résistances, etc. Ces phénomènes généraux me paroissent clairement expliqués; et quoique la plupart des effets plus particuliers en dépendent, combien n'y a-t-il pas encore de choses importantes à

observer sur la différente qualité de ces mêmes laves et basaltes, sur la nature des matières dont ils sont composés, sur les propriétés de celles qui résultent de leur décomposition! Ces recherches supposent des études pénibles et suivies; à peine sont-elles commencées : c'est, pour ainsi dire, une carrière nouvelle, trop vaste pour qu'un seul homme puisse la parcourir toute entière, mais dans laquelle on jugera que nous avons fait quelques pas, si l'on réunit ce que j'en ai dit précédemment à ce que je vais y ajouter[1].

Il étoit déjà difficile de reconnoître dans les premières matières celles qui ont été produites par le feu primitif, et celles qui n'ont été formées que par l'intermède de l'eau; à plus forte raison aurons-nous peine à distinguer celles qui, étant également des produits du feu, ne diffèrent les unes des autres qu'en ce que les premières n'ont été qu'une fois liquéfiées ou sublimées, et que les dernières ont subi une seconde et peut-être une troisième action du feu. En prenant donc en général toutes les matières rejetées par les volcans, il se trouvera dans leur quantité un certain nombre de substances qui n'ont pas changé de nature : le quarz, les jaspes et les micas doivent se rencontrer dans les laves, sous leur forme propre ou peu altérée; le feld-spath, le schorl, les porphyres et granites peuvent s'y trouver aussi, mais avec de plus grandes altérations, parce qu'ils sont plus fusibles; les grès et les argiles s'y présenteront convertis en poudres et en verres; on y verra les matières calcaires calcinées; le fer et les autres métaux sublimés en safran, en litharge; les acides et alcalis devenus des sels concrets; les pyrites converties en soufres vifs; les substances organisées, végétales ou animales, réduites en cendres. Et toutes ces matières, mélangées à différentes doses, ont donné des substances nouvelles, et qui paroissent d'autant plus éloignées de leur première origine, qu'elles ont perdu plus de traits de leur ancienne forme.

Et si nous ajoutons à ces effets de la force du feu, qui par lui-même consume, disperse et dénature, ceux de la puissance de l'eau, qui conserve, rapproche et rétablit, nous trouverons encore dans les matières volcanisées des produits de ce second élément : les bancs de basalte ou de laves auront leurs stalactites comme les bancs calcaires ou les masses de granites; on y trouvera de même des concrétions, des incrustations, des cristaux, des spaths, etc.

---

[1] Voyez l'article entier *des volcans*, tome I, page 378, et les *Époques de la Nature*, tome II, page 493 et suiv.

Un volcan est à cet égard un petit univers; il nous présentera plus de variétés dans le règne minéral que n'en offre le reste de la terre, dont les parties solides n'ayant souffert que l'action du premier feu, et ensuite le travail des eaux, ont conservé plus de simplicité. Les caractères imprimés par ces deux élémens, quoique difficiles à démêler, se présentent néanmoins avec des traits mieux prononcés; au lieu que, dans les matières volcaniques, la substance, la forme, la consistance, tout, jusqu'aux premiers linéamens de la figure, est enveloppé, ou mêlé, ou détruit; et de là vient l'obscurité profonde où se trouve jusqu'à ce jour la minéralogie des volcans.

Pour en éclaircir les points principaux, il nous paroît nécessaire de rechercher d'abord quelles sont les matières qui peuvent produire et entretenir ce feu, tantôt violent, tantôt calme, et toujours si grand, si constant, si durable, qu'il semble que toutes les substances combustibles de la surface de la terre ne suffiroient pas pour alimenter pendant des siècles une seule de ces fournaises dévorantes : mais si nous nous rappelons ici que tous les végétaux produits pendant plusieurs milliers d'années ont été entraînés par les eaux ou enfouis dans les profondeurs de la terre, où leurs huiles, converties en bitumes, les ont conservés; que toutes les pyrites formées en même temps à la surface de la terre, ont suivi le même cours, et ont été déposées dans les profondeurs où les eaux ont entraîné la terre végétale; qu'enfin la couche entière de cette terre, qui couvroit dans les premiers temps les sommets des montagnes, est descendue avec ces matières combustibles, pour remplir les cavernes qui servent de voûtes aux éminences du globe; on ne sera plus étonné de la quantité et du volume, ni de la force et de la durée de ces feux souterrains. Les pyrites humectées par l'eau s'enflamment d'elles-mêmes : les charbons de terre, dont la quantité est encore plus grande que celle des pyrites, les limons bitumineux qui les avoisinent, toutes les terres végétales anciennement enfouies, sont autant de dépôts inépuisables de substances combustibles, dont les feux une fois allumés peuvent durer des siècles de siècles, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre dont les vapeurs s'étant enflammées ont communiqué leur feu à la mine entière de ces charbons qui brûlent depuis plusieurs centaines d'années, sans interruption et sans une diminution sensible de leur masse.

Et l'on ne peut guère douter que les anciens végétaux et toutes les productions résultantes de leur décomposition, n'aient été transportés et déposés par les eaux de la mer à des profondeurs

aussi grandes que celles où se trouvent les foyers des volcans, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre exploitées à deux mille pieds de profondeur [1], et qu'il est plus que probable qu'on trouveroit des charbons de terre et des pyrites enfouis encore plus profondément.

Or chacune de ces matières qui servent d'aliment au feu des volcans, doit laisser après la combustion différens résidus, et quelquefois produire des substances nouvelles : les bitumes en brûlant donneront un résidu charbonneux, et formeront cette épaisse fumée qui ne paroît enflammée que dans l'obscurité. Cette fumée enveloppe constamment la tête du volcan, et se répand sur ses flancs en brouillard ténébreux; et lorsque les bitumes souterrains sont en trop grande abondance, ils sont projetés au dehors avant d'être brûlés. Nous avons donné des exemples de ces torrens de bitume vomis par les volcans, quelquefois purs, et souvent mêlés d'eau. Les pyrites, dégagées de leurs parties fixes et terreuses, se sublimeront sous la forme de soufre, substance nouvelle, qui ne se trouve ni dans les produits du feu primitif, ni dans les matières formées par les eaux; car le soufre, qu'on dit être formé par la voie humide, ne se produit qu'au moyen d'une forte effervescence, dont la grande chaleur équivaut à l'action du feu. Le soufre ne pouvoit en effet exister avant la décomposition des êtres organisés et la conversion de leurs détrimens en pyrites, puisque sa substance ne contient que l'acide et le feu qui s'étoit fixé dans les végétaux ou animaux, et qu'elle se forme par la combustion de ces mêmes pyrites, déjà remplies du feu fixe qu'elles ont tiré des corps organisés. Le sel ammoniac se formera et se sublimera de même par le feu du volcan; les matières végétales ou animales contenues dans la terre limoneuse, et particulièrement dans les terreaux, les charbons de terre, les bois fossiles et les tourbes, fourniront cette cendre qui sert de fondant pour la vitrification des laves; les matières calcaires, d'abord calcinées et réduites en poussière de chaux, sortiront en tourbillons encore plus épais, et paroîtront comme des nuages massifs en se répandant au loin; enfin la terre limoneuse se fondra, les argiles se cuiront, les grès se coaguleront, le fer et les autres métaux couleront, les granites se liquéfieront, et des unes ou des autres de ces matières, ou du mélange de toutes, résultera la composition des laves, qui dès-lors doivent être aussi différentes entre elles que le sont les matières dont elles sont composées.

---

[1] Voyez l'article du *charbon de terre*, page 135.

Et non-seulement ces laves contiendront les matieres liquéfiées, fondues, agglutinées et calcinées par le feu, mais aussi les fragmens de toutes les autres matières qu'elles auront saisies et ramassées en coulant sur la terre, et qui ne seront que peu ou point altérées par le feu; enfin elles renfermeront encore dans leurs interstices et cavités les nouvelles substances que l'infiltration et la stillation de l'eau aura produites avec le temps en les décomposant, comme elle décompose toutes les autres matières.

La cristallisation, qu'on croyoit être le caractère le plus sûr de la formation d'une substance par l'intermède de l'eau, n'est plus qu'un indice équivoque depuis qu'on sait qu'elle s'opère par le moyen du feu comme par celui de l'eau. Toute matière liquéfiée par la fusion donnera, comme les autres liquides, des cristallisations; il ne leur faut pour cela que du temps, de l'espace et du repos : les matières volcaniques pourront donc contenir des cristaux, les uns formés par l'action du feu, et les autres par l'infiltration des eaux; les premiers dans le temps que ces matières étoient encore en fusion, et les seconds long-temps après qu'elles ont été refroidies. Le feld-spath est un exemple de la cristallisation par le feu primitif, puisqu'on le trouve cristallisé dans les granites qui sont de première formation. Le fer se trouve souvent cristallisé dans les mines primordiales, qui ne sont que des rochers de pierres ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ont été formées, comme les autres grandes masses vitreuses, par le feu primitif : ce même fer se cristallise sous nos yeux par un feu lent et tranquille. Il en est de même des autres métaux et de tous les régules métalliques. Les matières volcaniques pourront donc renfermer ou présenter au dehors toutes ces substances cristallisées par le feu : ainsi je ne vois rien dans la Nature, de tout ce qui a été formé par le feu ou par l'eau, qui ne puisse se trouver dans le produit des volcans; et je vois en même temps que leurs feux ayant combiné beaucoup plus de substances que le feu primitif, ils ont donné naissance au soufre et à quelques autres minéraux qui n'existent qu'en vertu de cette seconde action du feu. Les volcans ont formé des verres de toutes couleurs, dont quelques-uns sont d'un beau bleu céleste, et ressemblent à une scorie ferrugineuse; d'autres verres aussi fusibles que le feld-spath; des basaltes ressemblans aux porphyres; des laves vitreuses presque aussi dures que l'agate, et auxquelles on a donné, quoique très-improprement, le nom d'*agates noires d'Islande;* d'autres laves qui renferment des grenats blancs, des schorls et des chrysolithes, etc. On trouve donc un grand nombre de substances anciennes et nouvelles

pures ou dénaturées, dans les basaltes, dans les laves, et même dans la pouzzolane et dans les cendres des volcans. « Le *Monte* « *Berico*, près de Vicence, dit M. Ferber, est une colline entiè- « rement formée de cendres de volcan d'un brun noirâtre, dans « lesquelles se trouve une très-grande quantité de cailloux de cal- « cédoine ou opale; les uns formant des *druses* dont les parois « peuvent avoir l'épaisseur d'un brin de paille; les autres ayant « la figure de petits cailloux elliptiques, creux intérieurement, « et quelquefois remplis d'eau : la grandeur de ces derniers varie « depuis le diamètre d'un petit pois jusqu'à un demi-pouce....... « Ces cailloux ressemblent assez aux calcédoines et aux opales. Les « boules de calcédoine et de zéolithe de Féroé et d'Islande se trou- « vent nichées dans une terre d'un brun noirâtre, de la même « manière que les cailloux dont il est ici question. »

Mais, quoiqu'on trouve dans les produits ou dans les éjections des volcans presque toutes les matières brutes ou minérales du globe, il ne faut pas s'imaginer que le feu volcanique les ait toutes produites à beaucoup près, et je crois qu'il est toujours possible de distinguer, soit par un examen exact, soit par le rapport des circonstances, une matière produite par le feu secondaire des volcans, de toutes les autres qui ont été précédemment formées par l'action du feu primitif ou par l'intermède de l'eau. De la même manière que nous pouvons imiter dans nos fourneaux toutes les pierres précieuses, que nous faisons des verres de toutes couleurs, et même aussi blancs que le cristal de roche [1], et presque aussi brillans que le diamant [2]; que, dans ces mêmes fourneaux, nous voyons se former des cristallisations sur les matières fondues lorsqu'elles sont en repos, et que le feu est long-temps soutenu; nous ne pouvons douter que la nature n'opère les mêmes effets avec bien plus de puissance dans ses foyers immenses, allumés depuis nombre de siècles, entretenus sans interruption, et fournis, suivant les circonstances, de toutes les matières dont nous nous servons pour nos compositions. Il faut donc, en examinant les matières volcaniques, que le naturaliste fasse comme le lapidaire, qui rejette au premier coup d'œil et sépare les *stras* et autres verres de composition, des vrais diamans et des pierres précieuses : mais le naturaliste a ici deux grands désavantages; le premier est d'ignorer ce que peut faire et produire un feu dont la véhémence et la continuité ne peuvent être comparées avec celles de nos feux; le

---

[1] Le verre ou cristal de Bohème, le flintglass, etc.

[2] Les verres brillans, connus vulgairement sous le nom de *stras*.

second est l'embarras où il se trouve pour distinguer dans ces mêmes matières volcaniques celles qui, étant vraies substances de nature, ont néanmoins été plus ou moins altérées, déformées ou fondues par l'action du feu, sans cependant être entièrement transformées en verres ou en matières nouvelles. Cependant, au moyen d'une inspection attentive, d'une comparaison exacte et de quelques expériences faciles sur la nature de chacune de ces matières, on peut espérer de les reconnoître assez pour les rapporter aux substances naturelles, ou pour les en séparer et les joindre aux compositions artificielles, produites par le feu de nos fourneaux.

Quelques observateurs, émerveillés des prodigieux effets produits par ces feux souterrains, ayant sous leurs yeux les gouffres et les montagnes formées par leurs éruptions, trouvant dans les matières projetées des substances de toute espèce, ont trop accordé de puissance et d'effet aux volcans : ne voyant dans les terrains volcanisés que confusion et bouleversement, ils ont transporté cette idée sur le globe entier, et ont imaginé que toutes les montagnes s'étoient élevées par la violente action et la force de ces feux intérieurs dont ils ont voulu remplir la terre jusqu'au centre. On a même attribué à un feu central réellement existant, la température ou chaleur actuelle de l'intérieur du globe. Je crois avoir suffisamment démontré la fausseté de ces idées. Quels seroient les alimens d'une telle masse de feu? pourroit-il subsister, exister sans air? et sa force expansive n'auroit-elle pas fait éclater le globe en mille pièces? et ce feu une fois échappé après cette explosion pourroit-il redescendre et se trouver encore au centre de la terre? Son existence n'est donc qu'une supposition qui ne porte que sur des impossibilités, et dont, en l'admettant, il ne résulteroit que des effets contraires aux phénomènes connus et constatés. Les volcans ont, à la vérité, rompu, bouleversé les premières couches de la terre en plusieurs endroits; ils en ont couvert et brûlé la surface par leurs éjections enflammées : mais ces terrains volcanisés, tant anciens que nouveaux, ne sont, pour ainsi dire, que des points sur la surface du globe; et en comptant avec moi dans le passé cent fois plus de volcans qu'il n'y en a d'actuellement agissans, ce n'est encore rien en comparaison de l'étendue de la terre solide et des mers. Tâchons donc de n'attribuer à ces feux souterrains que ce qui leur appartient; ne regardons les volcans que comme des instrumens, ou, si l'on veut, comme des causes secondaires, et conservons au feu primitif et à l'eau, comme causes pre-

mières, le grand établissement et la disposition primordiale de la masse entière de la terre.

Pour achever de se faire des idées fixes et nettes sur ces grands objets, il faut se rappeler ce que nous avons dit au sujet des montagnes primitives, et les distinguer en plusieurs ordres : les plus anciennes, dont les noyaux et les sommets sont de quarz et de jaspe, ainsi que celles des granites et porphyres, qui sont presque contemporaines, ont toutes été formées par les boursouflures du globe dans le temps de sa consolidation; les secondes dans l'ordre de formation sont les montagnes de schiste ou d'argile qui enveloppent souvent les noyaux des montagnes de quarz ou de granites, et qui n'ont été formées que par les premiers dépôts des eaux après la conversion des sables vitreux en argile; les troisièmes sont les montagnes calcaires, qui généralement surmontent les schistes ou les argiles, et quelquefois les quarz et les granites, et dont l'établissement est, comme l'on voit, encore postérieur à celui des montagnes argileuses. Ainsi les petites ou grandes éminences formées par le soulèvement ou l'effort des feux souterrains, et les collines produites par les éjections des volcans, ne doivent être considérées que comme des tas de décombres provenant de ces premières matières projetées et accumulées confusément.

On se tromperoit donc beaucoup si l'on vouloit attribuer aux volcans les plus grands bouleversemens qui sont arrivés sur le globe : l'eau a plus influé que le feu sur les changemens qu'il a subis depuis l'établissement des montagnes primitives; c'est l'eau qui a rabaissé, diminué ces premières éminences, ou qui les a enveloppées et couvertes de nouvelles matières; c'est l'eau qui a miné, percé les voûtes des cavités souterraines qu'elle a fait écrouler, et ce n'est qu'à l'affaissement de ces cavernes qu'on doit attribuer l'abaissement des mers et l'inclinaison des couches de la terre, telle que qu'on la voit dans plusieurs montagnes qui, sans avoir éprouvé les violentes secousses du feu, sans s'être entr'ouvertes pour lui livrer passage, se sont néanmoins affaissées, rompues, et ont penché, en tout ou en partie, par une cause plus simple et bien plus générale, c'est-à-dire, par l'affaissement des cavernes dont les voûtes leur servoient de base; car lorsque ces voûtes se sont enfoncées, les terres supérieures ont été forcées de s'affaisser, et c'est alors que leur continuité s'est rompue, que leurs couches horizontales se sont inclinées, etc. C'est donc à la rupture et à la chute des cavernes ou boursouflures du globe

qu'il faut rapporter tous les grands changemens qui se sont faits dans la succession des temps. Les volcans n'ont produit qu'en petit quelques effets semblables, et seulement dans les portions de terre où se sont trouvées ramassées les pyrites et autres matières inflammables et combustibles qui peuvent servir d'aliment à leur feu; matières qui n'ont été produites que long-temps après les premières, puisque toutes proviennent des substances organisées.

Nous avons déjà dit que les minéralogistes semblent avoir oublié, dans leur énumération des matières minérales, tout ce qui a rapport à la terre végétale; ils ne font pas même mention de sa conversion en terre limoneuse, ni d'aucune de ses productions minérales : cependant cette terre est à nos pieds, sous nos yeux; et ses anciennes couches sont enfouies dans le sein de la terre, à toutes les profondeurs où se trouvent aujourd'hui les foyers des volcans, avec toutes les autres matières qui entretiennent leur feu, c'est-à-dire, les amas de pyrites, les veines de charbon de terre, les dépôts de bitume et de toutes les substances combustibles. Quelques-uns de ces observateurs ont bien remarqué que la plupart des volcans sembloient avoir leur foyer dans les schistes, et que leur feu s'étoit ouvert une issue non-seulement dans les couches de ces schistes, mais encore dans les bancs et les rochers calcaires qui d'ordinaire les surmontent; mais ils n'ont pas pensé que ces schistes et ces pierres calcaires avoient pour base commune des voûtes de cavernes dont la cavité étoit, en tout ou en partie, remplie de terre végétale, de pyrites, de bitume, de charbon, et de toutes les substances nécessaires à l'entretien du feu; que par conséquent ces foyers de volcan ne peuvent pas être à de plus grandes profondeurs que celle où les eaux de la mer ont entraîné et déposé les matières végétales des premiers âges, et que par la même conséquence les schistes et pierres calcaires qui surmontent le foyer du volcan, n'ont d'autre rapport avec son feu que de lui servir de cheminée; que de même la plupart des substances, telles que les soufres, les bitumes, et nombre d'autres minéraux sublimés ou projetés par le feu du volcan, ne doivent leur origine qu'aux matières végétales et aux pyrites qui lui servent d'aliment; qu'enfin la terre végétale étant la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés qui se trouvent à la surface et dans les premières couches du globe, elle est aussi la base de presque tous les produits immédiats de ce feu des volcans.

Suivons ces produits en détail d'après le rapport de nos meilleurs observateurs, et donnons des exemples de leur mélange avec

les matières anciennes. On voit au *Monte Ronca* et en plusieurs autres endroits du Vicentin, des couches entières d'un mélange de laves et de marbre, ou de pierre calcaire, réunies en une sorte de brèche, à laquelle on peut donner le nom de *brèche volcanique*. On trouve un autre marbre-lave dans une grande fente perpendiculaire d'un rocher calcaire, laquelle descend jusqu'à l'*Astico*, torrent impétueux; et ce marbre, qui ressemble à la *brèche africaine*, est composé de lave noire et de morceaux de marbre blanc dont le grain est très-fin, et qui prend parfaitement le poli. Cette lave en brocatelle ou en brèche n'est point rare : on en trouve de semblables dans la vallée d'*Eriofredo*, au-dessus de *Tonnesa*, et dans nombre d'autres endroits des terrains volcanisés de cette contrée. Ces marbres-laves varient tant par les couleurs de la lave que par les matières calcaires qui sont entrées dans leur composition.

Les laves du pays de *Trèsto* sont noires et remplies, comme presque toutes les laves, de cristallisations blanches à beaucoup de facettes, de la nature du schorl, auxquelles on pourroit donner le nom de *grenats blancs* : ces petits cristaux de grenats ou schorls blancs ne peuvent avoir été saisis que par la lave en fusion, et n'ont pas été produits dans cette lave même par cristallisation, comme semble l'insinuer M. Ferber en disant « qu'ils sont d'une « nature et d'une figure qui ne s'est vue jusqu'ici dans aucun ter- « rain de notre globe, sinon dans la lave, et que leur nombre y « est prodigieux. On trouve, ajoute-t-il, au milieu de la lave, « différentes espèces de cailloux qui font feu avec l'acier, telles « que des pierres à fusil, des jaspes, des agates rouges, noires, « blanches, verdâtres, et de plusieurs autres couleurs; des hya- « cinthes, des chrysolithes, des cailloux de la nature des calcé- « doines, et des opales qui contiennent de l'eau. » Ces derniers faits confirment ce que nous venons de dire au sujet des cristaux de schorl qui, comme les pierres précédentes, ont été enveloppés dans la lave.

Toutes les laves sont plus ou moins mêlées de particules de fer; mais il est rare d'y voir d'autres métaux, et aucun métal ne s'y trouve en filons réguliers et qui aient de la suite : cependant le plomb et le mercure en cinabre, le cuivre et même l'argent, se rencontrent quelquefois en petite quantité dans certaines laves; il y en a aussi qui renferment des pyrites, de la manganèse, de la blende, et de longues et brillantes aiguilles d'antimoine.

Les matières fondues par le feu des volcans ont donc enveloppé

des substances solides et des minéraux de toutes sortes; les poudres calcinées qui s'élèvent de ces gouffres embrasés, se durcissent avec le temps et se convertissent en une espèce de tuffau assez solide pour servir à bâtir. Près du Vésuve, ces cendres terreuses rejetées se sont tellement unies et endurcies par le laps de temps, qu'elles forment aujourd'hui une pierre ferme et compacte dont ces collines volcaniques sont entièrement composées [1].

On trouve aussi dans les laves différentes cristallisations qui peuvent provenir de leur propre substance, et s'être formées pendant la condensation et le refroidissement qui a suivi la fusion des laves : alors, comme le pense M. Ferber, les molécules de matières homogènes se sont séparées du reste du mélange, et se sont réunies en petites masses; et quand il s'en est trouvé une plus grande quantité, il en a résulté des cristaux plus grands. Ce naturaliste dit avec raison qu'en général les minéraux sont disposés à adopter des figures déterminées dans la fluidité de fusion par le feu, comme dans la fluidité humide; et nous ne devons pas être étonnés qu'il se forme des cristaux dans les laves, tandis qu'il ne s'en voit aucun dans nos verres factices; car la lave coulant lentement, et formant de grandes masses très-épaisses, conserve à l'intérieur son état de fusion assez long-temps pour que la cristallisation s'opère. Il ne faut dans le verre, dans le fer et dans toute autre matière fondue, que du repos et du temps pour qu'elle se cristallise; et je suis persuadé qu'en tenant long-temps en fonte celle de nos verres factices, il pourroit s'y former des cristaux fort semblables à ceux qui peuvent se trouver dans les laves des volcans.

Les laves, comme les autres matières vitreuses ou calcaires, doivent avoir leurs stalactites propres et produites par l'intermède de l'eau : mais il ne faut pas confondre ces stalactites avec les

---

[1] M. le baron de Dietrich remarque, avec raison, que la vraie pouzzolane n'est pas précisément de la cendre endurcie et friable, comme le dit M. Ferber, mais plutôt de la pierre ponce réduite en très-petits fragmens; et je puis observer que la bonne pouzzolane, c'est-à-dire celle qui, mêlée avec la chaux, fait les mortiers les plus durables et les plus impénétrables à l'eau, n'est ni la cendre fine ou grossière pure, ni les graviers de ponce blanche, et qu'il n'y a que la pouzzolane mélangée de beaucoup de parties ferrugineuses qui soit supérieure aux mortiers ordinaires : c'est, comme nous le dirons à l'article *des cimens de nature*, le ciment ferrugineux qui donne la dureté à presque toutes les terres, et même à plusieurs pierres. Au reste, la meilleure pouzzolane, qui vient des environs de Pouzzole, est grise; celle des provinces de l'État ecclésiastique est jaune, et il y en a de noire sur le Vésuve. M. le baron de Dietrich ajoute que la meilleure pouzzolane des environs de Rome se tire d'une colline qui est à la droite de la *Via Appia* hors de la porte de Saint-Sébastien, et que les grains de cette pouzzolane sont rougeâtres.

cristaux que le feu peut avoir formés; il en est de même de la *lave noire scoriforme* qui se trouve dans la bouche du Vésuve en grappes branchues comme des coraux, et que M. Ferber dit être une stalactite de lave, puisqu'il convient lui-même que ces prétendues stalactites sont des portions de la même matière qui ont souffert un feu plus violent ou plus long que le reste de la lave. Et quant aux véritables stalactites produites dans les laves par l'infiltration de l'eau, le même M. Ferber nous en fournit des exemples dans ces cristallisations en aiguilles qu'il a vues attachées à la surface intérieure des cavités de la lave, et qui s'y forment comme les cristaux de roche dans les cailloux creux. La grande dureté de ces cristallisations concourt encore à prouver qu'elles ont été produites par l'eau; car les cristaux du genre vitreux, tels que le cristal de roche, qui sont formés par la voie des élémens humides, sont plus durs que ceux qui sont produits par le feu.

Dans l'énumération détaillée et très-nombreuse que cet habile minéralogiste fait de toutes les laves du Vésuve, il observe que les micas qui se trouvent dans quelques laves pourroient bien n'être que les exfoliations des schorls contenus dans ces laves. Cette idée semble être d'autant plus juste, que c'est de cette manière et par exfoliation que se forment tous les micas des verres artificiels et naturels, et les premiers micas ne sont, comme nous l'avons dit, que les exfoliations en lames minces qui se sont séparées de la surface des verres primitifs. Il peut donc exister des micas volcaniques comme des micas de nature, parce qu'en effet le feu des volcans a fait des verres comme le feu primitif. Dès-lors on doit trouver parmi les laves des masses mêlées de mica : aussi M. Ferber fait mention d'une lave grise compacte avec quantité de lames de mica et de schorl en petits points dispersés, qui ressemble si fort à quelques espèces de granites gris à petits grains, qu'à la vue il seroit très-facile de les confondre.

Le soufre se sublime en flocons, et s'attache en grande quantité aux cavités et aux faîtes de la bouche des volcans. La plus grande partie du soufre du Vésuve est en forme irrégulière et en petits grains. On voit aussi de l'arsenic mêlé de soufre dans les ouvertures intérieures de ce volcan; mais l'arsenic se disperse irrégulièrement sur la lave et en petite quantité. Il y a de même dans les crevasses et cavités de certaines laves une plus ou moins grande quantité de sel ammoniac blanc : ce sel se sublime quelque temps après l'écoulement de la lave, et l'on en voit beaucoup dans le cratère de la plupart des volcans. Dans quelques morceaux de lave de

l'Etna il se trouve quantité de matière charbonneuse végétale mêlée d'une substance saline; ce qui prouve que c'est un véritable *natron*, une espèce de soude formée par les feux volcaniques, et que c'est à la combustion des végétaux que cette substance saline est due; et à l'égard du vitriol, de l'alun et des autres sels qu'on rencontre aussi dans les matières volcaniques, nous ne les regarderons pas comme des produits immédiats du feu, parce que leur production varie suivant les circonstances, et que leur formation dépend plus de l'eau que du feu.

Mais, avant de terminer cette énumération des matières produites par le feu des volcans, il faut rapporter, comme nous l'avons promis, les observations qui prouvent qu'il se forme par les feux volcaniques, des substances assez semblables au granite et au porphyre, d'où résulte une nouvelle preuve de la formation des granites et porphyres de nature par le feu primitif : il faut seulement nous défier des noms, qui font ici, comme partout ailleurs, plus d'embarras que les choses. M. Ferber a quelque raison de dire « qu'en général il y a très-peu de différence essentielle « entre le schorl, le spath dur (feld-spath), le quarz et les gre- « nats des laves. » Cela est vrai pour le schorl et le feld-spath; et je suis comme persuadé qu'originairement ces deux matières n'en font qu'une, à laquelle on pourroit encore réunir, sans se méprendre, les cristaux volcaniques en forme de grenats : mais le quarz diffère de tous trois par son infusibilité et par ses autres qualités primordiales, tandis que le feld-spath, le schorl, soit en feuilles, soit en grains ou en grenats, sont des verres également fusibles, et qui peuvent aussi avoir été produits également par le feu primitif et par celui des volcans; les exemples suivans confirmeront cette idée, que je crois bien fondée.

Les schorls noirs en petits rayons que l'on aperçoit quelquefois dans le porphyre rouge et presque toujours dans les porphyres verts, sont de la même nature que le feld-spath, à la couleur près.

Une lave noire de la Toscane, dans laquelle le schorl est en grandes taches blanches et parallélipipèdes, a quelque ressemblance avec le porphyre appelé *serpentine noire antique* : le verre de la lave remplace ici la matière du jaspe, et le schorl celle du feld-spath.

La lave rouge des montagnes de Bergame, contenant de petits grenats blancs, ressemble au vrai porphyre rouge.

Les granites gris à petits grains, et qu'on appelle *granitelli*, contiennent moins de feld-spath que les granites rouges; et ce feld-

spath, au lieu d'y être en gros cristaux rhomboïdaux, n'y paroît ordinairement qu'en petites molécules sans forme déterminée. Néanmoins on connoît une espèce de granite gris à grandes taches blanches parallélipipèdes; et la matière de ces taches, dit M. Ferber, tient le milieu entre le schorl et le spath dur (feld-spath). Il y a aussi des granites gris qui renferment, au lieu de mica ordinaire, du mica de schorl.

Nous devons observer ici que le granite noir et blanc qui n'a que peu ou point de particules de feld-spath, mais de grandes taches noires oblongues de la nature du schorl, ne seroit pas un véritable granite, si le feld-spath y manque, et si, comme le croit M. Ferber, ces taches de schorl noir remplacent le mica; d'autant que les rayons de schorl noir « y sont, dit-il, en telle abondance, si grands, « si serrés...... qu'ils paroissent faire le fond de la pierre. » Et à l'égard du granite vert de M. Ferber, dont le fond est blanc verdâtre avec de grandes taches noires oblongues, et qu'il dit être de la même nature du schorl, et des prétendus porphyres à fond vert de la nature du *trapp*, dont nous avons parlé d'après lui, nous présumons qu'on doit plutôt les regarder comme des productions volcaniques, que comme de vrais granites ou de vrais porphyres de nature.

Les basaltes qu'on appelle *antiques*, et les basaltes modernes, ont également été produits par le feu des volcans, puisqu'on trouve dans les basaltes égyptiens les mêmes cristaux de schorl en grenats blancs et de schorl noir en rayons et feuillets, que dans les laves ou basaltes modernes et récens; que de plus, le basalte noir, qu'on nomme mal à propos *basalte oriental*, est mêlé de petites écailles blanches de la nature du schorl, et que sa fracture est absolument pareille à celle de la lave du *Monte Albano;* qu'un autre basalte noir antique, dont on a des statues, est rempli de petits cristaux en forme de grenats, et présente quelques feuilles brillantes de schorl noir; qu'un autre basalte noir antique est mêlé de petites parties de quarz, de feld-spath et de mica, et seroit par conséquent un vrai granite, si ces trois substances y étoient réunies comme dans le granite de nature, et non pas nichées séparément, comme elles le sont dans ce basalte; qu'enfin on trouve dans un autre basalte antique brun ou noirâtre, des bandes ou larges raies de granite rouge à petits grains. Ainsi le vrai basalte antique n'est point une pierre particulière, ni différente des autres basaltes, et tous ont été produits, comme les laves, par le feu des volcans. Et à l'égard des bandes de granite observées dans le dernier basalte, comme elles paroissent être de vrai granite, on doit présumer

qu'elles ont été enveloppées par la lave en fusion, et incrustées dans son épaisseur.

Puisque le feu primitif a formé une si grande quantité de granites, on ne doit pas être étonné que le feu des volcans produise quelquefois des matières qui leur ressemblent : mais comme au contraire il me paroît certain que c'est par la voie humide que les cristaux de roche et toutes les pierres précieuses ont été formées, je pense qu'on doit regarder comme des corps étrangers toutes les chrysolithes, hyacinthes, topazes, calcédoines, opales, etc., qui se trouvent dans les différentes matières fondues par le feu des volcans, et que toutes ces pierres ou cristaux ont été saisis et enveloppés par les laves et basaltes lorsqu'ils couloient en fusion sur la surface des rochers vitreux, dont ces cristaux ne sont que des stalactites, que l'ardeur du feu n'a pas dénaturées. Et quant aux autres cristallisations qui se trouvent formées dans les cavités des laves, elles ont été produites par l'infiltration de l'eau, après le refroidissement de ces mêmes laves.

Aux observations de M. Ferber et de M. le baron de Dietrich sur les matières volcaniques et volcanisées, nous ajouterons celles de MM. Desmarest, Faujas de Saint-Fond et de Gensanne, qui ont examiné les volcans éteints de l'Auvergne, du Vélay, du Vivarais et du Languedoc; et quoique j'aie déjà fait mention de la plupart de ces volcans éteints, il est bon de recueillir et de présenter ici les différentes substances que ces observateurs ont reconnues aux environs de ces mêmes volcans, et qu'ils ont jugé avoir été produites par leurs anciennes éruptions.

M. de Gensanne parle d'un volcan dont la bouche se trouve au sommet de la montagne qui est entre Lunas et Lodève, et qui a dû être considérable, à en juger par la quantité des laves qu'on peut observer dans tout le terrain circonvoisin. Il a reconnu trois volcans dans le voisinage du fort Brescou, sur l'un desquels M. l'évêque d'Agde (Saint-Simon-Sandricourt) a fait, en prélat citoyen, des défrichemens et de grandes cultures en vignes qui produisent de bons vins. Ce vieux volcan, stérile jusqu'alors, est couvert d'une si grande épaisseur de laves, que le fond du puits que M. l'évêque d'Agde a fait faire dans sa vigne est à cent quatre pieds de profondeur, et entièrement taillé dans ce banc de laves, sans qu'on ait pu en trouver la dernière couche, quoique le fond du puits soit à trois pieds au-dessous du niveau de la mer. M. de Gensanne ajoute qu'il a compté, dans le seul bas Languedoc, dix volcans éteints, dont les bouches sont encore très-visibles.

M. Desmarest prétend distinguer deux sortes de basaltes; il dit

avoir comparé le basalte noir dont on voit plusieurs monumens antiques à Rome, avec ce qu'il appelle *le basalte noir des environs de Tulle en Limosin;* il assure avoir vu dans cette pierre des environs de Tulle les mêmes lames, les mêmes taches et bandes de quarz ou de feld-spath et de zéolithe que dans le basalte noir antique : néanmoins ce prétendu basalte de Tulle n'en est point un; c'est une pierre argileuse, mêlée de mica noir et de schorl, qui n'a pas, à beaucoup près, la dureté de la lave compacte ou du basalte, et qui ne porte d'ailleurs aucun caractère ni aucun indice d'un produit de volcan; au contraire, les basaltes gris, noirs et verdâtres des anciens sont, de l'aveu même de cet académicien, composés de petits grains assez semblables à ceux d'une lave compacte et d'un tissu serré, et ces basaltes ressemblent entièrement au basalte d'Antrim en Irlande et à celui d'Auvergne[1].

---

[1] « On distingue trois substances qui sont renfermées dans les laves : les points « quarzeux et même les granites entiers; le schorl ou *gabbro;* les matières cal- « caires, celles qui sont de la nature de la zéolithe, ou de la base de l'alun : ces « deux dernières substances présentent dans les laves toutes les matières du travail « de l'eau, depuis la stalactite simple jusqu'à l'agate et la calcédoine. Ces subs- « tances étrangères existoient auparavant dans le terrain où la lave a coulé, elle « les a entraînées et enveloppées; car j'ai observé que dans certains cantons cou- « verts de laves compactes ou d'autres productions du feu, on n'y trouve pas un « seul vestige de ces cristaux de *gabbro*, si les substances qui composent l'ancien « sol n'en contiennent point elles-mêmes. »

Mais nous devons observer qu'indépendamment de ces matières vitreuses ou calcaires, saisies dans leur état de nature, et qui sont plus ou moins altérées par le feu, on trouve aussi dans les laves des matières qui, comme nous l'avons dit, s'y sont introduites depuis par le travail successif des eaux. « Elles sont, comme « le dit M. Desmarest, le résultat de l'infiltration lente d'un fluide chargé de ces « matières épurées, et qui a même souvent pénétré des masses d'un tissu assez « serré; elles ne s'y trouvent alors que dans un état cristallin et spathique...... « Elles ont pris la forme de stalactites en gouttes rondes ou allongées, en filets « déliés, en tuyaux creux; et toutes ces formes se retrouvent au milieu des laves « compactes comme dans les vides des terres cuites. »

A ce fait, qui ne m'a jamais paru douteux, M. Desmarest en ajoute d'autres qui mériteroient une plus ample explication. « Les matériaux, dit-il, que le feu « a fondus pour produire le basalte, sont les granites. » Les granites ne sont pas les seuls matériaux qui entrent dans la composition des basaltes, puisqu'ils contiennent peut-être plus de fer, ou d'autres substances, que de matières graniteuses. « Les granites, continue cet académicien, ont éprouvé par le feu différens « degrés d'altération qui se terminent au basalte; on y voit le spath fusible « (feld-spath), qui dans quelques-uns est grisâtre, et qui dans d'autres forme un « fond noir d'un grain serré; et au milieu de ces échantillons, on démêle aisément « le quarz qui reste en cristaux ou intacts, ou éclatés par lames, ou réduits à une « couleur d'un blanc terne, comme le quarz blanc rougi au feu et refroidi subi- « tement. » Le quarz n'est point en cristaux dans les granites de nature, c'est le feld-spath qui seul y est en cristaux rhomboïdaux : ainsi le quarz ne peut pas *rester en cristaux intacts*, etc., dans les basaltes.

M. Faujas de Saint-Fond a très-bien observé toutes les matières produites par les volcans ; ses recherches assidues et suivies pendant plusieurs années, et pour lesquelles il n'a épargné ni soins ni dépenses, l'ont mis en état de publier un grand et bel ouvrage sur les volcans éteints, dans lequel nous puiserons le reste des faits que nous avons à rapporter, en les comparant avec les précédens.

Il a découvert dans les volcans éteints du Vivarais les mêmes pouzzolanes grises, jaunes, brunes et roussâtres, qui se trouvent au Vésuve et dans les autres terrains volcanisés de l'Italie : les expériences faites dans les bassins du jardin des Tuileries, et vérifiées publiquement, ont confirmé l'identité de nature de ces pouzzolanes de France et d'Italie, et on peut présumer qu'il en est de même des pouzzolanes de tous les autres volcans.

Cet habile naturaliste a remarqué dans une lave grise, pesante et très-dure, des cristaux assez gros, mais confus, lesquels, réduits en poudre, ne faisoient aucune effervescence avec l'acide nitreux, mais se convertissoient, au bout de quelques heures, en une gelée épaisse; ce qui annonce, dit-il, que cette matière est une espèce de zéolithe : mais je dois observer que ce caractère par lequel on a voulu désigner la zéolithe est équivoque; car toute autre matière mélangée de vitreux et de calcaire se réduira de même en gelée : et d'ailleurs cette réduction en gelée n'est pas un indice certain, puisqu'en augmentant la quantité de l'acide, on parvient aisément à dissoudre la matière en entier.

Le même M. de Saint-Fond a observé que le fer est très-abondant dans toutes les laves, et que souvent il s'y présente dans l'état de rouille, d'ocre ou de chaux. On voit en effet des laves dont les surfaces sont revêtues d'une couche ocreuse produite par la décomposition du fer qu'elles contenoient, et où d'autres couches ocreuses, encore plus décomposées, se convertissent ultérieurement en une terre argileuse qui happe à la langue [1].

---

[1] Il m'a remis, pour le Cabinet du Roi, une très-belle collection en ce genre, dans laquelle on peut voir tous les passages du basalte noir le plus dur à l'état argileux. Les différens morceaux de cette collection présentent toutes les nuances de la décomposition : l'on y reconnoît de la manière la plus évidente, non-seulement toutes les modifications du fer, qui en se décomposant a produit les teintes les plus variées; mais l'on y voit jusqu'à des prismes bien conformés, entièrement convertis en substance argileuse, de manière à pouvoir être coupés avec un couteau aussi facilement que la terre à foulon, tandis que le schorl noir, renfermé dans les prismes, n'a éprouvé aucune altération.

Un fait digne de la plus grande attention, c'est que, dans certaines circonstances, les eaux s'infiltrant à travers ces laves à demi décomposées, ont entraîné

Ce même naturaliste rapporte, d'après M. Pazumot, qu'on a d'abord trouvé des zéolithes dans les laves d'Islande, qu'ensuite on en a reconnu dans différens basaltes en Auvergne, dans ceux du Vieux-Brisach en Alsace, dans les laves envoyées des îles de France et de Bourbon, et dans celles de l'île de Feroé. M. Pazumot est en effet le premier qui ait écrit sur la zéolithe trouvée dans les laves, et son opinion est que cette substance n'est pas un produit immédiat du feu, mais une reproduction formée par l'intermède de l'eau et par la décomposition de la terre volcanisée. C'est aussi le sentiment de M. de Saint-Fond : cependant il avoue qu'il a trouvé de la zéolithe dans l'intérieur du basalte le plus compacte et le plus dur. Il n'est donc guère possible de supposer que la zéolithe se soit formée dans ces basaltes par la décomposition de leur propre substance, et M. de Saint-Fond pense que ces dernières zéolithes étoient formées auparavant, et qu'elles ont seulement été saisies et enveloppées par la lave lorsqu'elle étoit en fusion. Mais alors comment est-il possible que la violence du feu ne les ait pas dénaturées, puisqu'elles sont enfermées dans la plus grande épaisseur de la lave où la chaleur étoit la plus forte ? Aussi notre observateur convient-il qu'il y a des circonstances où le feu et l'eau ont pu produire des zéolithes, et il en donne des raisons assez plausibles.

Il dit, après l'avoir éprouvé par comparaison, que le basalte noir du Vivarais est plus dur que le basalte antique ou égyptien [1]. Il a trouvé sur le plus haut sommet de la montagne du Mézine en Vélay, un basalte gris-blanc un peu verdâtre, dur et sonore, qui se rapproche, par la couleur et par le grain, du basalte gris-

---

leurs molécules ferrugineuses, et les ont déposées et réunies sous la forme d'hématites dans les cavités adjacentes ; alors les laves terreuses, dépouillées de leur fer, ont perdu leur couleur, et ne se présentent plus que comme une terre argileuse et blanche, sur laquelle l'aimant n'a plus d'action.

[1] Il observe quelques différences dans la pâte de ce basalte égyptien, d'après les belles statues de cette matière que M. le duc de Chaulnes a rapportées de son voyage d'Égypte ; elles présentent les variétés suivantes : 1°. un basalte noir, dur et compacte, dont la pâte offre un grain serré, mais sec et âpre au toucher dans les cassures, et néanmoins susceptible d'un beau poli ; 2°. un basalte d'un grain semblable, mais d'une teinte verdâtre ; 3°. un basalte d'un gris lavé tirant au vert. Au reste, M. Faujas de Saint-Fond ne regarde pas comme un basalte, ni même comme un produit des volcans, la matière de quelques statues égyptiennes, qui, quoique d'une belle couleur noire, n'est qu'une pierre argileuse mêlée de mica et de schorl noir en très-petits grains ; et cette pierre est bien moins dure que le basalte. Notre observateur recommande enfin de ne pas confondre avec le basalte la matière de quelques statues égyptiennes d'un gris noirâtre, qui n'est qu'un granite à grain fin, ou une sorte de *granitello*.

verdâtre d'Egypte, et dans lequel on remarque quelques lames d'un feld-spath blanc vitreux, qui a le coup d'œil et le brillant d'une eau glacée. Ces lames sont souvent formées en parallélogrammes, et il y a des morceaux où le feld-spath renferme lui-même de petites aiguilles de schorl noir.

Enfin il remarque aussi très-bien que les dendrites qu'on voit à la superficie de quelques basaltes, sont produites par le fer que l'eau dissout et dépose en forme de ramifications.

A l'égard de la figure prismatique que prennent les basaltes, notre observateur m'en a remis, pour le Cabinet du Roi, des triangulaires, c'est-à-dire, à trois pans, qu'il dit être les plus rares, des quadrangulaires, des pentagones, des hexagones, des heptagones et des octogones, tous en prismes bien formés; et, après une infinité de recherches, il avoue n'avoir jamais trouvé du basalte à neuf pans, quoique Molineux dise en avoir vu dans le comté d'Antrim.

Dans certaines laves que M. de Saint-Fond appelle *basaltes irréguliers*, il a reconnu de la zéolithe en noyau, avec du schorl noir. Dans un autre basalte du Vivarais, il a vu un gros noyau de feld-spath blanc à demi-transparent, luisant, et ressemblant à du spath calcaire; et ce feld-spath renfermoit lui-même une belle aiguille prismatique de schorl noir. « Il y a de ces basaltes, dit-il, « qui contiennent des noyaux de pierre calcaire et de pierre vi-« trifiable de la nature de la pierre à rasoir, et d'autres noyaux « qui ressemblent à du tripoli. » Il a vu dans d'autres blocs de la chrysolithe verdâtre; dans d'autres, du spath calcaire blanc, cristallisé et à demi-transparent : d'autres morceaux sont entremêlés de couches de basaltes et de petites couches de pierre calcaire; d'autres renferment des fragmens de granite blanc, mêlés de schorl noir : il y en a même dont le granite est en plaques si intimément jointes et liées au basalte, que, malgré le poli, la ligne de jonction n'est pas sensible; enfin dans la cavité d'un autre morceau de basalte, il a reconnu un dépôt ferrugineux sous la forme d'hématite, qui en tapisse tout l'intérieur, et qui est de couleur gorge de pigeon, très-chatoyante. On voit sur cette hématite quelques gros grains d'une espèce de calcédoine blanche et demi-transparente; une des faces de ce même morceau est recouverte de dendrites ferrugineuses : et parmi les laves proprement dites, il en a remarqué plusieurs qui sont tendres, friables, et prennent peu à peu la nature d'une terre argileuse.

Il remarque avec raison que la *pierre de gallinace*, qu'on a nommée *agate noire d'Islande*, n'a aucun rapport avec les agates,

et que ce n'est qu'un verre demi-transparent, une sorte d'émail, qui se forme dans les volcans, et que nous pouvons même imiter en tenant de la lave à un feu violent et long-temps continué. On trouve de cette pierre de gallinace non-seulement en Islande, mais dans les montagnes volcaniques du Pérou. Les anciens Péruviens la travailloient pour en faire des miroirs qu'on a trouvés dans leurs tombeaux. Mais il ne faut pas confondre cette pierre de gallinace avec la *pierre d'incas*, qui est une marcassite dont ils faisoient aussi des miroirs. On rencontre de même sur l'Etna et sur le Vésuve quelques morceaux de gallinace, mais en petite quantité, et M. de Saint-Fond n'en a trouvé qu'en un seul endroit du Vivarais, dans les environs de Rochemaure. Ce morceau est tout-à-fait semblable à la gallinace d'Islande; il est de même très-noir et d'une substance dure, donnant des étincelles avec l'acier : mais on y voit des bulles de la grosseur de la tête d'une épingle, toutes d'une rondeur exacte; ce qui paroît être une démonstration de plus de sa formation par le feu.

Indépendamment de toutes les variétés dont nous venons de faire mention, il se trouve très-fréquemment dans les terrains volcanisés des brèches et des poudingues que M. de Saint-Fond distingue avec raison [1] par la différence des matières dont ils sont composés.

La pouzzolane n'est que le détriment des matières volcaniques; vue à la loupe, elle présente une multitude de grains irréguliers : on y voit aussi des points de schorl noir détachés, et très-souvent de petites portions de basalte pur ou altéré. On trouve de la pouzzolane dans presque tous les cantons volcanisés, particulièrement dans les environs des cratères; il y en a plusieurs espèces et de différentes couleurs dans le Vivarais, et en plus grande abondance dans le Vélay.

Et je crois qu'on pourroit mettre encore au nombre des pouzzolanes cette matière d'un rouge ferrugineux qui se trouve souvent entre les couches des basaltes, quoiqu'elle se présente comme

[1] Ces brèches se trouvent souvent en très-grandes masses; l'église cathédrale et la plupart des maisons de la ville du Puy en Vélay sont construites d'une brèche volcanique, dont il y a de très-grands rochers à la montagne de Danis : cette brèche est quelquefois en masses irrégulières; mais pour l'ordinaire elle est posée par couches fort épaisses, qui ont été produites par les éruptions de l'ancien volcan de Danis. Il y a près du château de Rochemaure, des masses énormes d'une autre brèche volcanique formée par une multitude de très-petits éclats irréguliers de basalte noir, dur et sain, de quelques grains de schorl noir vitreux, le tout confondu et mêlé de fragmens d'une pierre blanchâtre et tirant un peu sur la couleur de rose tendre.

une terre bolaire qui happe à la langue et qui est grasse au toucher. En la regardant attentivement, on y voit beaucoup de paillettes de schorl noir, et souvent même des portions de lave qui n'ont pas encore été dénaturées, et qui conservent tous les caractères de la lave; mais ce qui prouve sa conformité de nature avec la pouzzolane, c'est qu'en prenant dans cette matière rouge celle qui est la plus liante, la plus pâteuse, on en fait un ciment avec de la chaux vive, et que, dans ce ciment, le liant de la terre s'évanouit, et qu'il prend consistance dans l'eau comme la plus excellente pouzzolane.

Les pouzzolanes ne sont donc pas des cendres, comme quelques auteurs l'ont écrit, mais de vrais détrimens des laves et des autres matières volcanisées. Au reste, il me paroît que notre savant observateur assure trop généralement qu'*il n'y a point de véritables cendres dans les volcans*, et qu'il n'y existe *absolument* que la matière de la lave cuite, recuite, calcinée, réduite ou en scories graveleuses ou en poudre fine. D'abord il me semble que, dans tout le cours de son ouvrage, l'auteur est dans l'idée que la lave se forme dans le gouffre ou foyer même du volcan, et qu'elle est projetée hors du cratère sous sa forme liquide et coulante, tandis qu'au contraire la lave ne se forme que dans les éminences ou monceaux de matières ardentes rejetées et accumulées, soit audessus du cratère, comme dans le Vésuve, soit à quelque distance des bouches d'éruption, comme dans l'Etna. La lave ne se forme donc que par une vitrification postérieure à l'éjection, et cette vitrification ne se fait que dans les monceaux de matières rejetées; elle ne sort que du pied de ces éminences ou monceaux, et dèslors cette matière vitrifiée ne contient en effet point de cendres; mais les monceaux eux-mêmes en contenoient en très-grande quantité, et ce sont ces cendres qui ont servi de fondant pour former le verre de toutes les laves. Ces cendres sont lancées hors du gouffre des volcans, et proviennent des substances combustibles qui servent d'aliment à leurs feux; les pyrites, les bitumes et les charbons de terre, tous les résidus des végétaux et animaux étant les seules matières qui puissent entretenir le feu, il est de toute nécessité qu'elles se réduisent en cendres dans le foyer même du volcan, et qu'elles suivent le torrent de ses projections : aussi plusieurs observateurs, témoins oculaires des éruptions des volcans, ont très-bien reconnu les cendres projetées, et quelquefois emportées fort loin par les vents; et si, comme le dit M. de Saint-Fond, l'on ne trouve pas de cendres autour des anciens volcans éteints, c'est uniquement parce qu'elles ont changé de

nature par le laps de temps et par l'action des élémens humides.

Nous ajouterons encore ici quelques observations de M. de Saint-Fond, au sujet de la formation des pouzzolanes. Les laves poreuses se réduisent en sable et en poussière; les matières qui ont subi une forte calcination sans se fondre, deviennent friables et forment une excellente pouzzolane : la couleur en est jaunâtre, grise, noire ou rougeâtre, en raison des différentes altérations qu'a éprouvées la matière ferrugineuse qu'elles contiennent; et il ajoute que c'est uniquement à la quantité du fer contenu dans les laves et basaltes qu'on doit attribuer leur fusibilité. Cette dernière assertion me paroît trop exclusive : ce n'est pas en effet au fer, du moins au fer seul, qu'on doit attribuer la fusibilité des laves : c'est au *salin* contenu dans les cendres rejetées par le volcan qu'elles ont dû leur première vitrification, et c'est au mélange des matières vitreuses, calcaires et salines, autant et plus qu'aux parties ferrugineuses, qu'elles doivent la facilité de se fondre une seconde fois. Les laves se fondent comme nos verres factices et comme toute autre matière vitreuse mélangée de parties calcaires ou salines : et en général tout mélange et toute composition produit la fusibilité; car l'on sait que plus les matières sont pures, et plus elles sont réfractaires au feu : le quarz, le jaspe, l'argile et la craie pures y résistent également, tandis que toutes les matières mixtes s'y fondent aisément; et cette épreuve seroit le meilleur moyen de distinguer les substances simples des matières composées, si la fusibilité ne dépendoit pas encore plus de la force du feu que du mélange des matières; car, selon moi, les substances les plus simples et les plus réfractaires ne résisteroient pas à cette action du feu si l'on pouvoit l'augmenter à un degré convenable.

En comparant toutes les observations que je viens de rapporter, et donnant même aux différentes opinions des observateurs toute la valeur qu'elles peuvent avoir, il me paroît que le feu des volcans peut produire des matières assez semblables aux porphyres et granites, et dans lesquelles le feld-spath, le mica et le schorl se reconnoissent sous leur forme propre; et ce fait seul une fois constaté suffiroit pour qu'on dût regarder comme plus que vraisemblable, la formation du porphyre et du granite par le feu primitif, et à plus forte raison celle des matières premières dont ils sont composés.

Mais, dira-t-on, quelque sensibles que soient ces rapports, quelque plausibles que paroissent les conséquences que vous en tirez, n'avez-vous pas annoncé que la figuration de tous les mi-

néraux n'est due qu'au travail des molécules organiques, qui ne pouvant en pénétrer le fond, par la trop grande résistance de leur substance dure, ont seulement tracé sur la superficie les premiers linéamens de l'organisation, c'est-à-dire les traits de la figuration? Or il n'y avoit point de corps organisés dans ce premier temps où le feu primitif a réduit le globe en verre; et même est-il croyable que dans ces feux de nos fourneaux ardens où nous voyons se former des cristaux, il y ait des molécules organiques qui concourent à la forme régulière qu'ils prennent? ne suffit-il pas d'admettre la puissance de l'attraction et l'exercice de sa force par les lois de l'affinité, pour concevoir que toutes les parties homogènes se réunissant, elles doivent prendre en conséquence des figures régulières, et se présenter sous différentes formes relatives à leur différente nature, telles que nous les voyons dans ces cristallisations?

Ma réponse à cette importante question, est que pour produire une forme régulière dans un solide, la puissance de l'attraction seule ne suffit pas, et que l'affinité n'étant que la même puissance d'attraction, ses lois ne peuvent varier que par la diversité de figure des particules sur lesquelles elle agit pour les réunir [1]; sans cela toute matière réduite à l'homogénéité prendroit la forme sphérique, comme la prennent les gouttes d'eau, de mercure et de tout autre liquide, dans le temps de leur liquéfaction. Il faut donc nécessairement que tous les corps qui ont des formes régulières avec des faces et des angles, reçoivent cette impression de figure de quelque autre cause que de l'affinité; il faut que chaque atome soit déjà figuré avant d'être attiré et réuni par l'affinité; et comme la figuration est le premier trait de l'organisation, et qu'après l'attraction il n'y a d'autre puissance active dans la Nature que celle de la chaleur et des molécules organiques qu'elle produit, il me semble qu'on ne peut attribuer qu'à ces mêmes élémens actifs le travail de la figuration.

L'existence des molécules organiques a précédé celle des êtres organisés; elles sont aussi anciennes que l'élément du feu; un atome de lumière ou de chaleur est par lui-même une molécule active, qui devient organique dès qu'elle a pénétré un autre atome de matière. Ces molécules organiques une fois formées ne peuvent être détruites; le feu le plus violent ne fait que les disperser sans les anéantir : nous avons prouvé que leur essence étoit inal-

---

[1] Voyez dans l'Histoire naturelle des quadrupèdes, l'article qui a pour titre, *de la Nature, seconde vue.*

térable, leur existence perpétuelle, leur nombre infini, et qu'étant aussi universellement répandues que les atomes de la lumière, tout concourt à démontrer qu'elles servent également à l'organisation des animaux, des végétaux, et à la figuration des minéraux, puisqu'après avoir pris à la surface de la terre leur organisme tout entier dans l'animal et le végétal, retombant ensuite dans la masse minérale, elles réunissent tous les êtres sous la même loi, et ne font qu'un seul empire de tous les règnes de la Nature.

DU SOUFRE.

La Nature, indépendamment de ses hautes puissances auxquelles nous ne pouvons atteindre, et qui se déploient par des effets universels, a de plus les facultés de nos arts qu'elle manifeste par des effets particuliers : comme nous, elle sait fondre et sublimer les métaux, cristalliser les sels, tirer le vitriol et le soufre des pyrites, etc. Son mouvement plus que perpétuel, aidé de l'éternité du temps, produit, entraîne, amène toutes les révolutions, toutes les combinaisons possibles. Pour obéir aux lois établies par le souverain Être, elle n'a besoin ni d'instrumens, ni d'adminicules, ni d'une main dirigée par l'intelligence humaine; tout s'opère, parce qu'à force de temps tout se rencontre, et que dans la libre étendue des espaces et dans la succession continue du mouvement, toute matière est remuée, toute forme donnée, toute figure imprimée. Ainsi tout se rapproche ou s'éloigne, tout s'unit ou se fuit, tout se combine ou s'oppose, tout se produit ou se détruit par des forces relatives ou contraires, qui seules sont constantes, et, se balançant sans se nuire, animent l'univers et en font un théâtre de scènes toujours nouvelles et d'objets sans cesse renaissans.

Mais en ne considérant la Nature que dans ses productions secondaires, qui sont les seules auxquelles nous puissions comparer les produits de notre art, nous la verrons encore bien au-dessus de nous; et pour ne parler que du sujet particulier dont je vais traiter dans cet article, le soufre qu'elle produit au feu de ses volcans, est bien plus pur, bien mieux cristallisé, que celui dont nos plus grands chimistes ont ingénieusement trouvé la composition. C'est bien la même substance; ce soufre artificiel et celui de la Na-

ture ne sont également que la matière du feu rendue fixe par l'acide, et la démonstration de cette vérité, qui ne porte que sur l'imitation par notre art d'un procédé secondaire de la Nature, est néanmoins le triomphe de la chimie, et le plus beau trophée qu'elle puisse placer au haut du monument de toutes ses découvertes.

L'élément du feu, qui, dans son état de liberté, ne tend qu'à fuir, et divise toute matière à laquelle on l'applique, trouve sa prison et des liens dans cet acide, qui lui-même est formé par l'intermède des autres élémens; c'est par la combinaison de l'air et du feu que l'acide primitif a été produit; et dans les acides secondaires, les élémens de la terre et de l'eau sont tellement combinés, qu'aucune autre substance simple ou composée n'a autant d'affinité avec le feu : aussi cet élément se saisit de l'acide dès qu'il se trouve dans son état de pureté naturelle et sans eau superflue; il forme avec lui un nouvel être qui est le soufre, uniquement composé de l'acide et du feu.

Pour voir clairement ces rapports importans, considérons d'abord le soufre tel que la Nature nous l'offre au sommet de ses volcans; il se sublime, s'attache et se cristallise contre les parois des cavernes qui surmontent tous les feux souterrains : ces chapiteaux des fournaises embrasées par le feu des pyrites sont les grands récipiens de cette matière sublimée; elle ne se trouve nulle part en aussi grande abondance, parce que nulle part l'acide et le feu ne se rencontrent en aussi grand volume, et n'agissent avec autant de puissance.

Après la chute des eaux et la production de l'acide, la Nature a d'abord renfermé uue partie de la matière du feu dans les pyrites, c'est-à-dire, dans les petites masses ferrugineuses et minérales où l'acide vitriolique, se trouvant en quantité, a saisi cet élément du feu, et le retiendroit à perpétuité, si l'action des élémens humides[1] ne survenoit pour le dégager et lui rendre sa liberté; l'humidité, en agissant sur la matière terreuse et s'unissant en même temps à l'acide, diminue sa force, relâche peu à peu les noeuds de son union avec le feu, qui reprend sa liberté dès que ses liens sont brisés : dans cet incendie, le feu, devenu libre, emporte avec sa

---

[1] L'eau seule ne décompose pas les pyrites : le long des falaises des côtes de Normandie, les bords de la mer sont jonchés de pyrites, que les pêcheurs ramassent pour en faire du vitriol.

La rivière de Marne, dans la partie de la Champagne crayeuse qu'elle arrose, est jonchée de pyrites martiales qui restent intactes tant qu'elles sont dans l'eau, mais qui s'effleurissent dès qu'elles sont exposées à l'air.

flamme une portion de l'acide auquel il étoit uni dans la pyrite, et cet acide pur et séparé de la terre qui reste fixe, forme, avec la substance de la flamme, une nouvelle matière uniquement composée de feu fixé par l'acide, sans mélange de terre ni de fer, ni d'aucune autre matière.

Il y a donc une différence essentielle entre le soufre et la pyrite, quoique tous deux contiennent également la substance du feu saisie par l'acide, puisque le soufre n'est composé que de ces deux substances pures et simples, tandis qu'elles sont incorporées dans la pyrite avec une terre fixe de fer ou d'autres minéraux : le mot de *soufre minéral,* dont on a tant abusé, devroit être banni de la physique, parce qu'il fait équivoque et présente une fausse idée; car ce soufre minéral n'est pas du soufre, mais de la pyrite; et de même toutes les substances métalliques, qu'on dit être minéralisées par le soufre, ne sont que des pyrites qui contiennent, à la vérité, les principes du soufre, mais dans lesquelles il n'est pas formé. Les pyrites martiales et cuivreuses, la galène de plomb, etc., sont autant de pyrites dans lesquelles la substance du feu et celle de l'acide se trouvent plus ou moins intimement unies aux parties fixes de ces métaux : ainsi les pyrites ont été formées par une grande opération de la Nature, après la production de l'acide et des matières combustibles, remplies de la substance du feu; et le soufre ne s'est formé que par une opération secondaire, accidentelle et particulière, en se sublimant avec l'acide par l'action des feux souterrains. Les charbons de terre et les bitumes, qui, comme les pyrites, contiennent de l'acide, doivent par leur combustion produire de même une grande quantité de soufre : aussi toutes les matières qui servent d'aliment au feu des volcans et à la chaleur des eaux thermales, donnent également du soufre dès que, par les circonstances locales, l'acide, et le feu qui l'accompagne et l'enlève, peuvent être arrêtés et condensés par le refroidissement.

On abuse donc du nom de *soufre*, lorsqu'on dit que les métaux sont minéralisés par le soufre; et comme les abus vont toujours en augmentant, on a aussi donné le même nom de *soufre* à tout ce qui peut brûler. Ces applications équivoques ou fausses viennent de ce qu'il n'y avoit dans aucune langue une expression qui pût désigner le feu dans son état fixe; le *soufre* des anciens chimistes représentoit cette idée [1], le *phlogistique* la représente

---

[1] Le soufre des philosophes hermétiques étoit un tout autre être que le soufre commun : ils le regardoient comme le principe de la lumière, comme celui du



dans la chimie récente: et l'on n'a rien gagné à cette substitution de termes; elle n'a même fait qu'augmenter la confusion des idées, parce qu'on ne s'est pas borné à ne donner au phlogistique que les propriétés du feu fixe. Ainsi le mot ancien de *soufre*, ou le mot nouveau de *phlogistique*, dans la langue des sciences, n'auroient pas fait de mal s'ils n'eussent exprimé que l'idée nette et claire du feu dans son état fixe : cependant *feu fixe* est aussi court, aussi aisé à prononcer, que *phlogistique*; et *feu fixe* rappelle l'idée principale de l'élément du feu, et le représente tel qu'il existe dans les corps combustibles, au lieu que *phlogistique*, qu'on n'a jamais bien défini, qu'on a souvent mal appliqué, n'a fait que brouiller les idées, et rendre obscures les explications des choses les plus claires. La réduction des chaux métalliques en est un exemple frappant; car elle s'explique, s'entend aussi clairement que la précipitation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours, avec nos chimistes, à l'absence ou à la présence du phlogistique.

Dans la Nature, et surtout dans la matière brute, il n'y a d'êtres réels et primitifs que les quatre élémens; chacun de ces élémens peut se trouver en un état différent de mouvement ou de repos, de liberté ou de contrainte, d'action ou de résistance, etc. : il y auroit donc tout autant de raison de faire un nouveau mot pour l'air fixe; mais heureusement on s'en est abstenu jusqu'ici. Ne vaut-il pas mieux en effet désigner par une éphitète l'état d'un élément, que de faire un être nouveau de cet état en lui donnant un nom particulier? Rien n'a plus retardé le progrès des sciences que la *logomachie*, et cette création de mots nouveaux *à demi techniques, à demi métaphisyques*, et qui dès-lors ne représentent nettement ni l'effet ni la cause : j'ai même admiré la justesse de discernement des anciens; ils ont appelé *pyrites* les matières minérales qui contiennent en abondance la substance du feu ; avons-nous eu raison de substituer à ce nom celui de *soufre*, puisque les minerais ne sont en effet que des pyrites? Et de même les anciens chimistes ont entendu par le mot de *soufre* la matière du feu contenue dans les huiles, les résines, les esprits ardens, et

développement des germes et de la nutrition des corps organisés; et sous ces rapports, il paroît qu'ils considéroient particulièrement dans le soufre son feu fixe, indépendamment de l'acide dans lequel il se trouve engagé : dans ce point de vue, ce n'est plus du soufre qu'il s'agit, mais du feu même, en tant que fixé dans les différens corps de la Nature; il en fait l'activité, le développement et la vie; et en ce sens, le soufre des alchimistes peut en effet être regardé comme le principe des phénomènes de la chaleur, de la lumière, du développement et de la nutrition des corps organisés. (*Observation communiquée par M. l'abbé Bexon.*)

dans tous les corps des animaux et des végétaux, ainsi que dans la substance des minéraux: avons-nous aujourd'hui raison de lu substituer celui de *phlogistique?* Le mieux eût été de n'adopter ni l'un ni l'autre : aussi n'ai-je employé dans le cours de cet ouvrage que l'expression de *feu fixe*, au lieu de *phlogistique*, comme je n'emploie ici que celle de *pyrite* au lieu de *soufre minéral.*

Au reste, si l'on veut distinguer l'idée du feu fixe de celle du phlogistique, il faudra, comme je l'ai dit, appeler *phlogistique* le feu qui, d'abord étant fixé dans les corps, est en même temps animé par l'air et peut en être séparé, et laisser le nom de *feu fixe* à la matière propre du feu fixé dans ces mêmes corps, et qui, sans l'adminicule de l'air auquel il se réunit, ne pourroit s'en dégager.

Le feu fixe est toujours combiné avec l'air fixe, et tous deux sont les principes inflammables de toutes les substances combustibles : c'est en raison de la quantité de cet air et feu fixes qu'elles sont plus ou moins inflammables. Le soufre, qui n'est composé que d'acide pur et de feu fixe, brûle en entier et ne laisse aucun résidu après son inflammation; les autres substances qui sont mêlées de terres ou de parties fixes, laissent toutes des cendres ou des résidus charbonneux après leur combustion; et en général toute inflammation, toute combustion n'est que la mise en liberté par le concours de l'air, du feu fixe contenu dans les corps, et c'est alors que ce fen animé par l'air devient *phlogistique* : or le feu libre, l'air et l'eau, peuvent également rendre la liberté au feu fixe contenu dans les pyrites; et comme, au moment qu'il est libre, le feu reprend sa volatilité, il emporte avec lui l'acide auquel il est uni, et forme du soufre par la seule condensation de cette vapeur.

On peut faire du soufre par la fusion ou par la sublimation : il faut pour cela choisir les pyrites qu'on a nommées *sulfureuses*, et qui contiennent la plus grande quantité de feu fixe et d'acide, avec la moindre quantité de fer, cuivre, ou de toute autre matière fixe; et selon qu'on veut extraire une grande ou petite quantité de soufre, ou emploie différens moyens, qui néanmoins se reduisent tous à donner du soufre par fusion ou par sublimation.

Cette substance tirée des pyrites par notre art, est absolument semblable à celle du soufre que la Nature produit par l'action de ses feux souterrains; sa couleur est d'un jaune citrin; son odeur est désagréable, et plus forte lorsqu'il est frotté ou échauffé; il est

électrique comme l'ambre ou la résine; sa saveur n'est insipide que parce que le principe aqueux de son acide y étant absorbé par l'excès du feu, il n'a aucune affinité avec la salive, et qu'en général il n'a pas plus d'action sur les matières aqueuses qu'elles n'en ont sur lui; sa densité est à peu près égale à celle de la pierre calcaire [1]; il est cassant, presque friable, et se pulvérise aisément; il ne s'altère pas par l'impression des élémens humides, et même l'action du feu ne le décompose pas lorsqu'il est en vaisseaux clos, et privé de l'air nécessaire à toute inflammation. Il se sublime sous sa même forme, au haut du vaisseau clos, en petits cristaux auxquels on a donné le nom de *fleurs de soufre;* celui qu'on obtient par la fusion, se cristallise de même en le laissant refroidir très-lentement : ces cristaux sont ordinairement en aiguilles, et cette forme aiguillée, propre au soufre, se voit dans les pyrites et dans presque tous les minéraux où le feu fixe et l'acide se trouvent combinés en grande quantité avec le métal; il se cristallise aussi en octaèdre, dans les grands soupiraux des volcans.

Le degré de chaleur nécessaire pour fondre le soufre ne suffit pas pour l'enflammer : il faut, pour qu'il s'allume, porter de la flamme à sa surface; et dès qu'il aura reçu l'inflammation, il continuera de brûler. Sa flamme est légère et bleuâtre, et ne peut même communiquer l'inflammation aux autres matières combustibles que quand on donne plus d'activité à la combustion du soufre en augmentant le degré de feu : alors sa flamme devient plus lumineuse, plus intense, et peut enflammer les matières sèches et combustibles. Cette flamme du soufre, quelque intense qu'elle puisse être, n'en est pas moins pure; elle est ardente dans toute sa substance; elle n'est accompagnée d'aucune fumée et ne produit point de suie : mais elle répand une vapeur suffocante qui n'est que celle de l'acide encore combiné avec le feu fixe, et à laquelle on a donné le nom *d'acide sulfureux.* Au reste, plus lentement on fait brûler le soufre, plus la vapeur est suffocante, et plus l'acide qu'elle contient devient pénétrant; c'est, comme l'on sait, avec cet acide sulfureux qu'on blanchit les étoffes, les plumes et les autres substances animales.

L'acide que le feu libre emporte, ne s'élève avec lui qu'à une certaine hauteur; car dès qu'il est frappé par l'humidité de l'air, qui se combine avec l'acide, le feu est forcé de fuir; il quitte l'acide

[1] Le soufre volatil pèse environ cent quarante-deux livres le pied cube, et le oufre en canon cent trente-neuf à cent quarante livres.

et s'exhale tout seul : cet acide dégagé dans la combustion du soufre est du pur acide vitriolique. « Si l'on veut le recueillir au « moment que le feu l'abandonne, il ne faut que placer un cha- « piteau au-dessus du vase, avec la précaution de le tenir assez « éloigné pour permettre l'action de l'air qui doit entretenir la « combustion, et de porter dans l'intérieur du chapiteau une cer- « taine humidité par la vapeur de l'eau chaude ; on trouvera dans « le récipient ajusté au bec du chapiteau, l'acide vitriolique « connu sous le nom d'*esprit de vitriol*, c'est-à-dire, un acide « peu concentré, et considérablement affoibli par l'eau. » On concentre cet acide et on le rend pur en le distillant. « L'eau, comme « plus volatile, s'élève la première et emporte un peu d'acide ; « plus on réitère la distillation, plus il y a de déchet, mais aussi « plus l'acide qui reste se concentre, et ce n'est que par ce moyen « qu'on peut lui donner toute sa force et le rendre tout-à-fait « pur [1]. » Au reste, on a imaginé depuis peu le moyen d'effectuer dans des vaisseaux clos la combustion du soufre ; il suffit pour cela d'y joindre un peu de nitre qui fournit l'air nécessaire à cette combustion, et d'après ce principe on a construit des appareils de vaisseaux clos, pour tirer l'esprit de vitriol en grand, sans danger et sans perte : c'est ainsi qu'on y procède actuellement dans plusieurs manufactures [2], et spécialement dans la belle fabrique de sels minéraux établie à Javelle sous le nom et les auspices de monseigneur le comte d'Artois.

L'eau ne dissout point le soufre et ne fait même aucune impression à sa surface ; cependant, si l'on verse du soufre en fusion dans de l'eau, elle se mêle avec lui, et il reste mou tant qu'on ne le fait pas sécher à l'air : il reprend sa solidité et toute sa sécheresse dès que l'eau dont il s'est humecté par force, et avec laquelle il n'a que peu ou point d'adhérence, est enlevée par l'évaporation.

Voilà sur la composition de la substance du soufre et sur ses principales propriétés, ce que nos plus habiles chimistes ont reconnu et nous représentent comme choses incontestables et certaines ; cependant elles ont besoin d'être modifiées, et surtout de n'être pas prises dans un sens absolu, si l'on veut s'approcher de la vérité en se rapprochant des faits réels de la Nature. Le soufre, quoique entièrement composé de feu fixe et d'acide, n'en contient

---

[1] *Élémens de chimie*, par M. de Morveau, tome II, page 22.

[2] C'est à Rouen que l'on a commencé à faire de l'huile de vitriol en grand par le soufre ; il s'en fait annuellement dans cette ville et dans les environs, quatorze cents milliers : on en fait à Lyon sans intermède du salpêtre. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

pas moins les quatre élémens, puisque l'eau, la terre et l'air se trouvent unis dans l'acide vitriolique, et que le feu même ne se fixe que par l'intermède de l'air.

Le phlogistique n'est pas, comme on l'assure, une substance simple, identique et toujours la même dans tous les corps, puisque la matière du feu y est toujours unie à celle de l'air, et que, sans le concours de ce second élément, le feu fixe ne pourroit ni se dégager ni s'enflammer. On sait que l'air fixe prend souvent la place du feu fixe en s'emparant des matières que celui-ci quitte, que l'air est même le seul intermède par lequel on puisse dégager le feu fixe, qui alors devient le phlogistique : ainsi le soufre, indépendamment de l'air fixe qui est entré dans sa composition, se charge encore de nouvel air dans son état de fusion; cet air fixe s'unit à l'acide; la vapeur même du soufre fixe l'air et l'absorbe; et enfin le soufre, quoique contenant le feu fixe en plus grande quantité que toutes les autres substances combustibles, ne peut s'enflammer comme elles, et continuer à brûler que par le concours de l'air.

En comparant la combustion du soufre à celle du phosphore, on voit que, dans le soufre, l'air fixe prend la place du feu fixe à mesure qu'il se dégage et s'exhale en flamme, et que, dans le phosphore, c'est l'air fixe qui se dégage le premier, et laisse le feu fixe reprendre sa liberté : cet effet s'opère sans le secours extérieur du feu libre et par le seul contact de l'air; et dans toute matière où il se trouve des acides, l'air s'unit avec eux et se fixe encore plus aisément que le feu même dans les substances les plus combustibles.

Dans les explications chimiques on attribue tous les effets au phlogistique, c'est-à-dire, au feu fixe seul, tandis qu'il n'est jamais seul, et que l'air fixe est très-souvent la cause immédiate ou médiate de l'effet : heureusement que, dans ces dernières années, d'habiles physiciens ayant suivi les traces du docteur Hales, ont fait entrer cet élément dans l'explication de plusieurs phénomènes, et ont démontré que l'air se fixoit en s'unissant à tous les acides; en sorte qu'il contribue presque aussi essentiellement que le feu, non-seulement à toute combustion, mais même à toute calcination, soit à chaud, soit à froid.

J'ai démontré que la combustion et la calcination sont deux effets du même ordre, deux produits des mêmes causes; et lorsque la calcination se fait à froid, comme celle de la céruse par l'acide de l'air, c'est que cet acide contient lui-même une assez grande quantité de feu fixe pour produire une petite combustion

intérieure, qui s'annonce par la calcination, de la même manière que la combustion intérieure des pyrites humectées se manifeste par l'inflammation.

On ne doit donc pas supposer avec Stahl et tous les autres chimistes, que le soufre n'est composé que de phlogistique et d'acide, à moins qu'ils ne conviennent avec moi que le phlogistique n'est pas une substance simple, mais composée de feu et d'air, tous deux fixes; que de plus ce phlogistique ne peut pas être identique et toujours le même, puisque l'air et le feu s'y trouvent combinés en différentes proportions et dans un état de fixité plus ou moins constant: et de même on ne doit pas prononcer dans un sens absolu, que le soufre, uniquement composé d'acide et de phlogistique, ne contient point d'eau, puisque l'acide vitriolique en contient, et qu'il a même avec cet élément assez d'affinité pour s'en saisir avidement.

L'eau, l'air et le feu peuvent également se fixer dans les corps, et l'on sera forcé, pour exposer au vrai leur composition, d'admettre une eau fixe, comme l'on a été obligé d'admettre un air fixe, après avoir admis le feu fixe; et de même on sera conduit, par des réflexions fondées et par des observations ultérieures, à ne pas regarder l'élément de la terre comme absolument fixe, et on ne concluera pas, d'après l'idée que *toute terre est fixe,* qu'il n'existe point de terre dans le soufre, parce qu'il ne donne ni suie ni résidu après sa combustion: cela prouve seulement que la terre du soufre est volatile, comme celle du mercure, de l'arsenic et de plusieurs autres substances.

Rien ne détourne plus de la route qu'on doit suivre dans la recherche de la vérité, que ces principes secondaires dont on fait de petits axiomes absolus, par lesquels on donne l'exclusion à tout ce qui n'y est pas compris: assurer que le soufre ne contient que le feu fixe et l'acide vitriolique, ce n'est pas en exclure l'eau, l'air et la terre, puisque, dans la réalité, ces trois élémens s'y trouvent comme celui du feu.

Après ces réflexions, qui serviront de préservatif contre l'extension qu'on pourroit donner à ce que nous avons dit et à ce que nous dirons encore sur la nature du soufre, nous pourrons suivre les travaux de nos savans chimistes, et présenter les découvertes qu'ils ont faites sur ses autres propriétés. Ils ont trouvé moyen de faire du soufre artificiel, semblable au soufre naturel, en combinant l'acide vitriolique avec le phlogistique ou feu fixe animé par l'air: ils ont observé que le soufre qui dissout toutes les matières métalliques, à l'exception de l'or et du zinc, n'attaque

point les pierres ni les autres matières terreuses; mais qu'étant uni à l'alcali, il devient, pour ainsi dire, le dissolvant général de toutes matières : l'or même ne lui résiste pas [1]; le zinc seul se refuse à toute combinaison avec le foie de soufre.

Les acides n'ont sur le soufre guère plus d'action que l'eau; mais tous les alcalis fixes ou volatils et les matières calcaires l'attaquent, le dissolvent et le rendent dissoluble dans l'eau. On a donné le nom de *foie de soufre* au composé artificiel du soufre et de l'alcali; mais ici, comme en tout le reste, notre art se trouve non-seulement devancé, mais surpassé par la Nature. Le foie de soufre est en effet une de ces combinaisons générales qu'elle a produites et produit même le plus continuellement et le plus universellement; car dans tous les lieux où l'acide vitriolique se rencontre avec les détrimens des substances organisées, dont la putréfaction développe et fournit à la fois l'alcali et le phlogistique, il se forme du foie de soufre : on en trouve dans tous les cloaques, dans les terres des cimetières et des voiries, au fond des eaux croupies, dans les terres et pierres plâtreuses, etc.; et la formation de ce composé des principes du soufre unis à l'alcali, nous offre la production du soufre même sous un nouveau point de vue.

En effet, la Nature le produit non-seulement par le moyen du feu, au sommet des volcans et des autres fournaises souterraines, mais elle en forme incessamment par les effervescences particulières de toutes les matières qui en contiennent les principes. L'humidité est la première cause de cette effervescence : ainsi l'eau contribue, quoique d'une manière moins apparente et plus sourde, plus que le feu peut-être, à la production et au développement des principes du soufre; et ce soufre produit par la voie humide est de la même essence que le soufre produit par le feu des volcans, parce que la cause de leurs productions, quoique si différente en apparence, ne laisse pas d'être au fond la même. C'est toujours le feu qui s'unit à l'acide vitriolique, soit par l'inflammation des matières pyriteuses, soit par leur effervescence occasionée par l'humidité; car cette effervescence n'a pour cause que le feu renfermé dans l'acide, dont l'action lente et continue équivaut ici à l'action vive et brusque de la combustion et de l'inflammation.

---

[1] Selon Stahl, ce fut au moyen du foie de soufre que Moïse réduisit en poudre le veau d'or, suivant les paroles de l'*Exode*, chap. 32, vers. 20 : *Tulit vitulum quem fecerant, et combussit igne, contrivitque donec in pulverem redegit, postea sparsit in superficiem aquarum et potavit filios Israël.* Voyez son Traité intitulé *Vitulus aureus igne combustus.*



Ainsi le soufre se produit sous nos yeux en une infinité d'endroits où jamais les feux souterrains n'ont agi [1]; et non-seulement nous trouvons ce soufre tout formé partout où se sont décomposés les débris des substances du règne animal et végétal, mais nous sommes forcés d'en reconnoître la présence dans tous les lieux où se manifeste celle du foie de soufre, c'est-à-dire, dans une infinité de substances minérales qui ne portent aucune empreinte de l'action des feux souterrains.

Le foie de soufre répand une odeur très-fétide, et par laquelle on ne peut manquer de le reconnoître; son action n'est pas moins sensible sur une infinité de substances, et seul il fait autant et peut-être plus de dissolutions, de changemens et d'altérations dans le règne minéral que tous les acides ensemble. C'est par ce foie de soufre naturel, c'est-à-dire, par le mélange de la décomposition des pyrites et des matières alcalines, que s'opère souvent la minéralisation des métaux. Il se mêle aussi aux substances terreuses et aux pierres calcaires : plusieurs de ces substances annoncent, par leur odeur fétide, la présence du foie de soufre; cependant les chimistes ignorent encore comment il agit sur elles.

Le foie de soufre, ou sa seule vapeur, noircit et altère l'argent; il précipite en noir tous les métaux blancs, il agit sur toutes les substances métalliques par la voie humide comme par la voie sèche : lorsqu'il est en liqueur et qu'on y plonge des lames d'argent, il les noircit d'abord et les rend bientôt aigres et cassantes; il convertit en un instant le mercure en éthiops, et la chaux de plomb en galène; il ternit sensiblement l'étain, il rouille le fer. Mais on n'a pas assez suivi l'ordre de ses combinaisons, soit avec les métaux, soit avec les terres; on sait seulement qu'il attaque le cuivre, et l'on n'a point examiné la composition qui résulte de leur union : on ne connoit pas mieux l'état dans lequel il réduit le fer par la voie sèche; on ignore quelle est son action sur les demi-métaux, et quels peuvent être les résultats de son mélange avec les matières calcaires par la voie humide comme par la voie sèche : néanmoins ces connoissances que la chimie auroit dû nous donner, seroient nécessaires pour reconnoître clairement l'action du foie de soufre dans le sein de la terre, et ses différentes influences sur les substances tant métalliques que terreuses. On connoît mieux son action sur les substances animales et végétales; il dissout le

[1] On trouve en Franche-Comté des géodes sulfureuses qui contiennent un soufre tout formé, et produit, suivant toute apparence, par l'efflorescence des pyrites, dans des lieux où elles auront en même temps éprouvé la chaleur de la putréfaction ou de la fermentation.



charbon même par la voie humide, et cette dissolution est de couleur verte.

La Nature a de tout temps produit et produit encore tous les jours du foie de soufre par la voie humide: la seule chaleur de la température de l'air ou de l'intérieur de la terre suffit pour que l'eau se corrompe, surtout l'eau qui se trouve chargée d'acide vitriolique, et cette eau putréfiée produit du vrai foie de soufre : toute autre putréfaction, soit des animaux ou des végétaux, donnera de même du foie de soufre dès qu'elle se trouvera combinée avec les sels vitrioliques. Ainsi le foie de soufre est une matière presque aussi commune que le soufre même; ses effets sont aussi plus fréquens, plus nombreux, que ceux du soufre, qui ne peut se mêler avec l'eau qu'au moyen de l'alcali, c'est-à-dire, en devenant foie de soufre.

Au reste, cette matière se décompose aussi facilement qu'elle se compose, et tout foie de soufre fournira du soufre en le mêlant avec un acide, qui, s'emparant des matières alcalines, en séparera le soufre et le laissera précipiter. On a seulement observé que ce soufre précipité par les acides minéraux est blanc, et que celui qui est précipité par les acides végétaux, et particulièrement par l'acide du vinaigre, est d'un jaune presque orangé.

On sépare le soufre de toutes les substances métalliques et de toutes les matières pyriteuses par la simple torréfaction : l'arsenic et le mercure sont les seuls qui, étant plus volatils que le soufre, se subliment avec lui, et ne peuvent en être séparés par cette opération, qu'il faut modifier et faire alors en vaisseaux clos, avec des précautions particulières.

L'huile paroît dissoudre le soufre comme l'eau dissout les sels; les huiles grasses et par expression agissent plus promptement et plus puissamment que les huiles essentielles, qui ne peuvent le dissoudre qu'avec le secours d'une chaleur assez forte pour le fondre; et malgré cette affinité très-apparente du soufre avec les huiles, l'analyse chimique a démontré qu'il n'y a point d'huile dans la substance du soufre, et que dans aucune huile végétale ou animale il n'y a point d'acide vitriolique : mais lorsque cet acide se mêle avec les huiles, il forme les bitumes; et comme les charbons de terre et les bitumes en général sont les principaux alimens des feux souterrains, il est évident qu'étant décomposés par l'embrasement produit par les pyrites, l'acide vitriolique des pyrites et des bitumes s'unit à la substance du feu, et produit le soufre qui se sublime, se condense et s'attache au haut de ces fournaises souterraines.

Nous donnerons ici une courte indication des différens lieux de la terre où l'on trouve du soufre en plus grande quantité et de plus belle qualité [1].

L'Islande est peut-être la contrée de l'univers où il y en a le plus, parce que cette île n'est, pour ainsi dire, qu'un faisceau de volcans. Le soufre des volcans de Kamtschatka, celui du Japon, de Ceylan, de Mindanao, de l'île *Jerun*, à l'entrée du golfe Persique; et dans les mers occidentales, celui du Pic de Ténériffe, de Saint-Domingue, etc., sont également connus des voyageurs. Il se trouve aussi beaucoup de soufre au Chili, et encore plus dans les montagnes du Pérou, comme dans presque toutes les montagnes à volcan. Le soufre de Quito et celui de la Guadeloupe passent pour être les plus purs, et l'on en voit des morceaux si beaux et si transparens, qu'on les prendroit, au premier coup d'œil, pour de bel ambre jaune. Celui qui se recueille sur le Vésuve et sur l'Etna est rarement pur. Il en est de même du soufre que certaines eaux thermales, comme celles d'Aix-la-Chapelle et de plusieurs sources en Pologne, déposent en assez grande quantité : il faut purifier tous ces soufres qui sont mélangés de parties hétérogènes, en les faisant fondre et sublimer pour les séparer de tout ce qu'ils ont d'impur.

Presque tout le soufre qui est dans le commerce vient des volcans, des solfatares et autres cavernes et grottes qui se trouvent ou se sont trouvées au-dessus des feux souterrains; et ce n'est guère que dans ces lieux que le soufre se présente en abondance et tout formé : mais ses principes existent en bien d'autres endroits; et l'on peut même dire qu'ils sont universellement répandus dans la Nature, et produits partout où l'acide vitriolique, rencontrant les débris des substances organisées, s'est saisi et surchargé de leur feu fixe, et n'attend qu'une dernière action de cet élément pour se dégager des masses terreuses ou métalliques dans lesquelles il se trouve comme enseveli et emprisonné. C'est ainsi que les principes du soufre existent dans les pyrites, et que le soufre se forme

[1] Le passage suivant de Pline indique quelques-uns des lieux d'où les anciens tiroient le soufre, et prouve que dès-lors le territoire de Naples étoit tout volcanique. *Mira*, dit-il, *sulphuris natura, quo plurima domantur : nascitur in insulis Æoliis inter Siciliam et Italiam, quas ardere diximus; sed nobilissimum in Melo insula. In Italia quoque invenitur, in Neapolitano Campanoque agro, collibus qui vocantur* Leucogæi. *Ibi è cuniculis effossum perficitur igni. Genera quatuor : vivum, quod Græci* apyron *vocant, nascitur solidum, hoc est gleba..... vivum effoditur, translucetque, et viret. Alterum genus appelant* glebam, *fullonum tantùm officinis familiare...* egula *vocatur hoc genus. Quarto autem ad ellychnia maximè conficienda.*



par leur combustion; et partout où il y a des pyrites, on peut former du soufre : mais ce n'est que dans les contrées où les matières combustibles, bois ou charbons de terre, sont abondantes, qu'on trouve quelque bénéfice à tirer le soufre des pyrites. On ne fait ce travail en grand que dans quelques endroits de l'Allemagne et de la Suède, où les mines de cuivre se présentent sous la forme de pyrites; on est forcé de les griller plusieurs fois pour en faire exhaler le soufre que l'on recueille comme le premier produit de ces mines. Le point essentiel de cette partie de l'exploitation des mines de cuivre, est d'empêcher l'inflammation du soufre en même temps qu'on détermine son écoulement dans des bassins pour l'y recueillir; cependant il est encore alors impur et mélangé, et ce n'est que du *soufre brut*, qu'il faut purifier en le séparant des parties terreuses ou métalliques qui lui restent unies. On procède à cette purification en faisant fondre ce soufre brut dans de grands vases à un feu modéré; les parties terreuses se précipitent, et le soufre pur surnage : alors on le verse dans des moules ou lingotières, dans lesquelles il prend la forme de canons ou de pains, sous laquelle on le connoît dans le commerce; mais ce soufre, quoique déjà séparé de la plus grande partie de ses impuretés, n'est ni transparent, ni aussi pur que celui qui se trouve formé en cristaux sur la plupart des volcans. Ce soufre cristallisé doit sa transparence et sa grande pureté à la sublimation qui s'en est faite dans ces volcans; et, par la même raison, le soufre artificiel le plus pur, ou ce que l'on appelle *fleur de soufre*, n'est autre chose que du soufre sublimé en vaisseaux clos, et qui se présente en poudre ou fleur très-pure, qui est un amas de petits cristaux aiguillés et très-fins, que l'œil, aidé de la loupe, y distingue.

DES SELS.

Les matières salines sont celles qui ont de la saveur. Mais d'où leur vient cette propriété qui nous est si sensible, et qui affecte les sens du goût, de l'odorat, et même celui du toucher? quel est ce principe salin? comment et quand a-t-il été formé? Il étoit certainement contenu et relégué dans l'atmosphère, avec toutes les autres matières volatiles, dans le temps de l'incandescence du globe : mais, après la chute des eaux et la dépuration de l'atmosphère, la première combinaison qui s'est faite dans cette sphère encore

ardente, a été celle de l'union de l'air et du feu; cette union a produit l'acide primitif : toutes les matières aqueuses, terreuses ou métalliques, avec lesquelles cet acide primitif a pu se combiner, sont devenues des substances salines; et comme cet acide s'est formé par la seule union de l'air avec le feu, il me paroît que ce premier acide, le plus simple et le plus pur de tous, est l'acide aérien, auquel les chimistes récens ont donné le nom d'*acide méphitique*, qui n'est que de l'air fixe, c'est-à-dire, de l'air fixé par le feu.

Cet acide primitif est le premier principe salin; il a produit tous les autres acides et alcalis : il n'a pu se combiner d'abord qu'avec les verres primitifs, puisque les autres matières n'existoient pas encore; par son union avec cette terre vitrifiée, il a pris plus de masse et acquis plus de puissance, et il est devenu *acide vitriolique*, qui, étant plus fixe et plus fort, s'est incorporé avec toutes les substances qu'il a pu pénétrer. L'acide aérien, plus volatil, se trouve universellement répandu, et l'acide vitriolique réside principalement dans les argiles et autres détrimens des verres primitifs; il s'y manifeste sous la forme d'alun : ce second acide a aussi saisi dans quelques lieux les substances calcaires, et a formé les gypses; il a saisi la plupart des minéraux métalliques, et leur a causé de grandes altérations; il en a, pour ainsi dire, converti quelques-uns dans sa propre substance, en leur donnant la forme du vitriol.

En second lieu, l'acide primitif, que je désignerai dorénavant par le nom d'*acide aérien*, s'est uni avec les matières métalliques qui, comme les plus pesantes, sont tombées les premières sur le globe vitrifié; et en agissant sur ces minerais métalliques, il a formé l'acide arsenical ou l'arsenic, qui, ayant encore plus de masse que le vitriolique, a aussi plus de force, et de tous est le plus corrosif : il se présente dans la plupart des mines dont il a minéralisé et corrompu les substances.

Ensuite, mais plusieurs siècles après, cet acide primitif, en s'unissant à la matière calcaire, a formé l'*acide marin*, qui est moins fixe et plus léger que l'acide vitriolique, et qui, par cette raison, s'est plus universellement répandu, et se présente sous la forme de sel gemme dans le sein de la terre, et sous celle de sel marin dans l'eau de toutes les mers; cet acide marin n'a pu se former qu'après la naissance des coquillages, puisque la matière calcaire n'existoit pas auparavant.

Peu de temps après, ce même acide aérien et primitif est entré dans la composition de tous les corps organisés, et se combinant

avec leurs principes, il a formé, par la fermentation, les acides animaux et végétaux, et l'*acide nitreux* par la putréfaction de leurs détrimens; car il est certain que cet acide aérien existe dans toutes les substances animales ou végétales, puisqu'il s'y manifeste sous sa forme primitive d'air fixe; et comme on peut le retirer sous cette même forme, tant de l'acide nitreux que des acides vitriolique et marin, et même de l'arsenic, on ne peut douter qu'il ne fasse partie constituante de tous ces acides, qui ne sont que secondaires, et qui, comme l'on voit, ne sont pas simples, mais composés de cet acide primitif différemment combiné, tant avec la matière brute qu'avec les substances organisées.

Cet acide primitif réside dans l'atmosphère, et y réside en grande quantité sous sa forme active; il est le principe et la cause de toutes les impressions qu'on attribue aux élémens humides; il produit la rouille du fer, le vert-de-gris du cuivre, la céruse du plomb, etc., par l'action qu'il donne à l'humidité de l'air : mêlé avec les eaux pures, il les rend acides ou acidules, il aigrit les liqueurs fermentées; avec le vin, il forme le vinaigre : enfin il me paroît être le seul et vrai principe non-seulement de tous les acides, mais de tous les alcalis, tant minéraux que végétaux et animaux.

On peut le retirer du *natron*, ou alcali qu'on appelle *minéral*, ainsi que de l'alcali fixe végétal, et encore plus abondamment de l'alcali volatil, en sorte qu'on doit réduire tous les acides et tous les alcalis à un seul principe salin; et ce principe est l'acide aérien, qui a été le premier formé, et qui est le plus simple, le plus pur de tous, et le plus universellement répandu : cela me paroît d'autant plus vrai, que nous pouvons par notre art rappeler à cet acide tous les autres acides, ou du moins les rapprocher de sa nature, en les dépouillant, par des opérations appropriées, de toutes les matières étrangères avec lesquelles ils se trouvent combinés dans ces sels; et que de même il n'est pas impossible de ramener les alcalis à l'état d'acide en les séparant des substances animales et végétales, avec lesquelles tout alcali se trouve toujours uni; car quoique la chimie ne soit pas encore parvenue à faire cette conversion ou ces réductions, elle en a assez fait pour qu'on puisse juger par analogie de leur possibilité. Le plus ingénieux des chimistes, le célèbre Stahl, a regardé l'acide vitriolique comme l'acide universel, et comme le seul principe salin; c'est la première idée d'après laquelle il a voulu établir sa théorie des sels : il a jugé que quoique la chimie n'ait pu jusqu'à ce jour ramener démonstrativement les alcalis à l'acide, c'est-à-dire, résoudre ce que la Nature a combiné, il ne falloit s'en prendre qu'à l'impuissance de nos

moyens. Rien n'est mieux vu; ce grand chimiste a ici consulté la simplicité de la Nature : il a senti qu'il n'y avoit qu'un principe salin; et comme l'acide vitriolique est le plus puissant des acides, il s'est cru fondé à le regarder comme l'acide primitif. C'étoit ce qu'il pouvoit penser de mieux dans un temps où l'on n'avoit que des idées confuses de l'acide aérien, qui est non-seulement plus simple, mais plus universel que l'acide vitriolique : mais lorsque cet habile homme a prétendu que son acide universel et primitif n'est composé que *de terre et d'eau*, il n'a fait que mettre en avant une supposition dénuée de preuves et contraire à tous les phénomènes, puisque de fait l'air et le feu entrent peut-être plus que la terre et l'eau dans la substance de tout acide, et que ces deux élémens constituent seuls l'essence de l'acide primitif.

Des quatre élémens qui sont les vrais principes de tous les corps, le feu est seul actif; et lorsque l'air, la terre et l'eau exercent quelque impression, ils n'agissent que par le feu qu'ils renferment, et qui seul peut leur donner une puissance active : l'air surtout, dont l'essence est plus voisine de celle du feu que celle des deux derniers élémens, est aussi plus actif. L'atmosphère est le réceptacle général de toutes les matières volatiles; c'est aussi le grand magasin de l'acide primitif; et d'ailleurs tout acide considéré en lui-même, surtout lorsqu'il est concentré, c'est-à-dire, séparé, autant qu'il est possible, de l'eau et de la terre, nous présente les propriétés du feu animé par l'air : la corrosion par les acides minéraux n'est-elle pas une espèce de brûlure ? la saveur acide, amère ou âcre de tous les sels, n'est-elle pas un indice certain de la présence et de l'action d'un feu qui se développe, dès qu'il peut, avec l'air, se dégager de la base aqueuse ou terreuse à laquelle il est uni ? et cette saveur, qui n'est que la mise en liberté de l'air et du feu, ne s'opère-t-elle pas par le contact de l'eau et de toute matière aqueuse, telle que la salive, et même par l'humidité de la peau ? Les sels ne sont donc corrosifs et même sapides que par le feu et l'air qu'ils contiennent. Cette vérité peut se démontrer encore par la grande chaleur que produisent tous les acides minéraux dans leur mélange avec l'eau, ainsi que par leur résistance à l'action de la forte gelée. La présence du feu et de l'air dans le principe salin me paroît donc très-évidemment démontrée par les effets, quand même on regarderoit avec Stahl l'acide vitriolique comme l'acide primitif et le premier principe salin; car l'air s'en dégage en même temps que le feu par l'intermède de l'eau, comme dans la pyrite, et cette action de l'humidité produit non-

seulement de la chaleur, mais une espèce de flamme intérieure et de feu réellement actif, qui brûle en corrodant toutes les substances auxquelles l'acide peut s'unir, et ce n'est que par le moyen de l'air que le feu contracte cette union avec l'eau.

L'acide aérien altère aussi tous les sucs extraits des végétaux; il produit le vinaigre et le tartre; il forme dans les animaux l'acide auquel on a donné le nom d'*acide phosphorique*. Ces acides des végétaux et des animaux, ainsi que tous ceux qu'on pourroit regarder comme intermédiaires, tels que l'acide des citrons, des grenades, de l'oseille, et ceux des fourmis, de la moutarde, etc., tirent également leur origine de l'acide aérien modifié dans chacune de ces substances par la fermentation, ou par le mélange d'une plus ou moins grande quantité d'huile; et même les substances dont la saveur est douce, telles que le sucre, le miel, le lait, etc., ne diffèrent de celles qui sont aigres et piquantes, comme les citrons, le vinaigre, etc., que par la quantité et la qualité du mucilage et de l'huile qui enveloppe l'acide; car leur principe salin est le même, et toutes leurs saveurs, quoique si différentes, doivent se rapporter à l'acide primitif, et à son union avec l'eau, l'huile et la terre mucilagineuse des substances animales et végétales.

On adoucit tous les acides, et même l'acide vitriolique, en les mêlant aux substances huileuses, et particulièrement à l'esprit-de-vin; et c'est dans cet état huileux, mucilagineux et doux, que l'acide aérien se trouve dans plusieurs substances végétales, et dans les fruits dont l'acidité ou la saveur plus douce ne dépend que de la quantité d'eau, d'huile et de terre atténuée et mucilagineuse dans lesquelles cet acide se trouve combiné. L'acide animal appartient aux végétaux comme aux animaux; car on le tire de la moutarde et de plusieurs autres plantes, aussi bien que des insectes et autres animaux : on doit donc en inférer que les acides animaux et les acides végétaux sont les mêmes, et qu'ils ne diffèrent que par la quantité ou la qualité des matières avec lesquelles ils sont mêlés; et en les examinant en particulier, on verra bien que le vinaigre, par exemple, et le tartre étant tous deux des produits du vin, leurs acides ne peuvent différer essentiellement; la fermentation a seulement plus développé celui du vinaigre, et l'a même rendu volatil et presque spiritueux. Ainsi tous les acides des animaux ou des végétaux, et même les acerbes, qui ne sont que des acides mêlés d'une huile amère, tirent leur première origine de l'acide aérien.

Les acides minéraux sont beaucoup plus forts que les acides ani-

maux et végétaux. « Ces derniers acides, dit M. Macquer, retien-« nent toujours de l'huile, *au lieu que les acides minéraux n'en « contiennent point du tout.* » Il me semble que cette dernière assertion doit être interprétée; car il faut reconnoître que si les acides minéraux, dans leur état de pureté, ne contiennent aucune huile, ils peuvent, en passant à l'état de sel, par leur union avec diverses terres, se charger en même temps de parties huileuses; et en effet, la matière grasse des sels dans les *eaux-mères* paroît être une substance huileuse, puiqu'elle se réduit à l'état charbonneux par la combustion. Les sels minéraux contiennent donc une huile qui paroît leur être essentielle; et celle qui se trouve de plus dans les acides tirés des animaux et des végétaux, ne leur est qu'accessoire. C'est probablement par l'affinité de cette matière grasse avec les huiles végétales et les graisses animales, que l'acide minéral peut se combiner dans les végétaux et dans les animaux.

Les acides et les alcalis sont des principes salins, mais ne sont pas des sels : on ne les trouve nulle part dans leur état pur et simple, et ce n'est que quand ils sont unis à quelque matière qui puisse leur servir de base, qu'ils prennent la forme de sel, et qu'ils doivent en porter le nom; cependant les chimistes les ont appelés *sels simples*, et ils ont nommé *sels neutres* les vrais sels. Je n'ai pas cru devoir employer cette dénomination, parce qu'elle n'est ni nécessaire ni précise; car si l'on appelle *sel neutre* tout sel dont la base est une et simple, il faudra donner le nom d'*hépar* aux sels dont la base n'est pas simple, mais composée de deux matières différentes, et donner un troisième, quatrième, cinquième nom, etc., à ceux dont la base est composée de deux, trois, quatre, etc., matières différentes. C'est là le défaut de toutes les nomenclatures méthodiques; elles sont forcées de disparoître dès que l'on veut les appliquer aux objets réels de la Nature.

Nous donnerons donc le nom de *sel* à toutes les matières dans lesquelles le principe salin est entré, et qui ont une saveur sensible; et nous ne présenterons d'abord que les sels qui sont formés par la Nature, soit en masses solides dans le sein de la terre, soit en dissolution dans l'air et dans l'eau. On peut appeler *sels fossiles* ceux qu'on tire de la terre : les vitriols, l'alun, la sélénite, le natron, l'alcali fixe végétal, le sel marin, le nitre, le sel ammoniac, le borax, et même le soufre et l'arsenic, sont tous des sels formés par la Nature. Nous tâcherons de reconnoître leur origine et d'expliquer leur formation, en nous aidant des lumières que la chimie a répandues sur cet objet plus que sur aucun autre, et

les réunissant aux faits de l'histoire naturelle qu'on ne doit jamais en séparer.

La Nature nous offre en stalactites les vitriols du fer, du cuivre et du zinc; l'alun en filets cristallisés; la sélénite en gypse aussi cristallisé; le natron en masse solide et pure, ou simplement mêlé de terre; le sel marin en cristaux cubiques et en masses immenses; le nitre en efflorescences cristallisées; le sel ammoniac en poudre sublimée par les feux souterrains; le borax en eau gélatineuse, et l'arsenic en terre métallique. Elle a d'abord formé l'acide aérien par la seule et simple combinaison de l'air et du feu : cet acide primitif s'étant ensuite combiné avec toutes les matières terreuses et métalliques, a produit l'acide vitriolique avec la terre vitrifiable, l'arsenic avec les matières métalliques, l'acide marin avec les substances calcaires, l'acide nitreux avec les détrimens putréfiés des corps organisés; il a de même produit les alcalis par la végétation, l'acide du tartre et du vinaigre par la fermentation; enfin il est entré sous sa propre forme dans tous les corps organisés. L'air fixe que l'on tire des matières calcaires, celui qui s'élève par la première fermentation de tous les végétaux, ou qui se forme par la respiration des animaux, n'est que ce même acide aérien qui se manifeste aussi par sa saveur dans les eaux acidules, dans les fruits, les légumes et les herbes : il a donc produit toutes les substances salines; il s'est étendu sur tous les règnes de la Nature; il est le premier principe de toute saveur, et, relativement à nous, il est pour l'organe du goût ce que la lumière et les couleurs sont pour le sens de la vue.

Et les odeurs, qui ne sont que des saveurs plus fines, et qui agissent sur l'odorat, qui n'est qu'un sens de goût plus délicat, proviennent aussi de ce premier principe salin, qui s'exhale en parfums agréables dans la plupart des végétaux, et en mauvaise odeur dans certaines plantes et dans presque tous les animaux : il s'y combine avec leurs huiles grossières ou volatiles; il s'unit à leur graisse, à leurs mucilages; il s'élabore avec leur séve et leur sang; il se transforme en acides aigres, acerbes ou doux, en alcalis fixes ou volatils, par le travail de l'organisation auquel il a grande part; car c'est, après le feu, le seul agent de la Nature, puisque c'est par ce principe salin que tous les corps acquièrent leurs propriétés actives, non-seulement sur nos sens vivans du goût et de l'odorat, mais encore sur les matières brutes et mortes, qui ne peuvent être attaquées et dissoutes que par le feu ou par ce principe salin. C'est le ministre secondaire de ce grand et premier agent qui, par sa puissance sans bornes, brûle, fond ou vitrifie

toutes les substances passives, que le principe salin, plus foible et moins puissant, ne peut qu'attaquer, entamer et dissoudre, et cela parce que le feu y est tempéré par l'air auquel il est uni, et que quand il produit de la chaleur ou d'autres effets semblables à ceux du feu, c'est qu'on sépare cet élément de la base passive dans laquelle il étoit renfermé.

Tous les sels dissous dans l'eau se cristallisent en forme assez régulière, par une évaporation lente et tranquille; mais lorsque l'évaporation de l'eau se fait trop promptement, ou qu'elle est troublée par quelque mouvement extérieur, les cristaux salins ne se forment qu'imparfaitement et se groupent confusément. Les différens sels donnent des cristaux de figures différentes : ils se produisent principalement à la surface du liquide, à mesure qu'il s'évapore; ce qui prouve que l'air contribue à leur formation, et qu'elle ne dépend pas uniquement du rapprochement des parties salines qui s'unissent, à la vérité, par leur attraction mutuelle, mais qui ont besoin pour cela d'être mises en liberté parfaite : or elles n'obtiennent cette liberté entière qu'à la surface du liquide, parce que sa résistance augmente avec sa densité par l'évaporation, en sorte que les parties salines se trouvent, à la vérité, plus voisines par la diminution du volume du liquide; mais elles ont en même temps plus de peine à vaincre sa résistance, qui augmente dans la même proportion que ce volume diminue : et c'est par cette raison que toutes les cristallisations des sels s'opèrent plus efficacement et plus abondamment à la surface qu'à l'intérieur du liquide en évaporation.

Lorsque l'on a tiré par ce moyen tout le sel en cristaux que le liquide chargé de sel peut fournir, il en reste encore dans l'*eau-mère ;* mais ce sel y est si fort engagé avec la matière grasse, qu'il n'est plus susceptible de rapprochement de cristallisation ; et même si cette matière grasse est en très-grande quantité, l'eau ne peut plus en dissoudre le sel : cela prouve que la solubilité dans l'eau n'est pas une propriété inhérente et essentielle aux substances salines.

Il en est du caractère de la cristallisation comme de celui de la solubilité : la propriété de se cristalliser n'est pas plus essentielle aux sels que celle de se dissoudre dans l'eau ; et l'un de nos plus judicieux physiciens, M. de Morveau, a eu raison de dire « que « la saveur est le seul caractère distinctif des sels, et que les autres « propriétés qu'on a voulu ajouter à celle-ci pour perfectionner « leur définition, n'ont servi qu'à rendre plus incertaines les li- « mites que l'on vouloit fixer........, la solubilité par l'eau ne

« convenant pas plus aux sels qu'à la gomme et à d'autres matières.
« Il en est de même de la cristallisation, puisque tous les corps
« sont susceptibles de se cristalliser en passant de l'état liquide à
« l'état solide; et il en est encore de même, ajoute-t-il, de la
« qualité qu'on suppose aux sels de n'être point combustibles par
« eux-mêmes; car dans ce cas le nitre ammoniacal ne seroit plus
« un sel. »

Nos définitions, qui pèchent si souvent par défaut, pèchent aussi, comme l'on voit, quelquefois par excès; l'un nuit au complément, et l'autre à la précision de l'idée qui représente la chose; et les énumérations qu'on se permet de faire en conséquence de cette extension des définitions, nuisent encore plus à la netteté de nos vues, et s'opposent au libre exercice de l'esprit en le surchargeant de petites idées particulières, souvent précaires, en lui présentant des méthodes arbitraires qui l'éloignent de l'ordre réel des choses, et enfin en l'empêchant de s'élever au point de pouvoir généraliser les rapports que l'on doit en tirer. Quoiqu'on puisse donc réduire tous les sels de la Nature à un seul principe salin, et que ce principe primitif soit, selon moi, l'acide aérien, la nombreuse énumération qu'on a faite des sels sous différens noms, ne pouvoit manquer de s'opposer à cette vue générale: on a cru jusqu'au temps de Stahl, et plusieurs chimistes croient encore, que les principes salins dans l'acide nitreux et dans l'acide marin sont très-différens de l'acide vitriolique, et que ces mêmes principes sont non-seulement différens, mais opposés et contraires dans les acides et dans les alcalis; or n'est-ce pas admettre autant de causes qu'il y a d'effets dans un même ordre de choses? c'est donner la nomenclature pour la science, et substituer la méthode au génie.

De la même manière qu'on a fait et compté trois sortes d'acide relativement aux trois règnes, les acides minéraux, végétaux et animaux, on compte aussi trois sortes d'alcalis, le minéral, le végétal et l'animal, et néanmoins ces trois alcalis doivent se réduire à un seul, et même l'alcali peut aussi se ramener à l'acide, quoiqu'ils paroissent opposés, et qu'ils agissent violemment l'un contre l'autre.

Nous ne suivrons donc pas, en traitant des sels, l'énumération très-nombreuse qu'on en a faite en chimie, d'autant que chaque jour ce nombre peut augmenter, et que les combinaisons qui n'ont pas encore été tentées, pourroient donner de nouveaux résultats salins dont la formation, comme celle de la plupart des autres sels, ne seroit due qu'à notre art; nous nous contenterons de présenter

les divisions générales, en nous attachant particulièrement aux sels que nous offre la Nature, soit dans le sein et à la surface de la terre, soit au sommet de ses volcans [1].

---

[1] Si l'on veut se satisfaire à cet égard, on peut consulter la table ci-jointe, que mon illustre ami, M. de Morveau, vient de publier. Cette nomenclature, quoique très-abrégée, paroîtra néanmoins encore assez nombreuse.

Tableau de nomenclature chimique, contenant les principales dénominations analogiques, et des exemples de formation des noms composés.

RÈGNES.	ACIDES.	NOMS GÉNÉRIQUES des sels.
Minéral. . . .	Méphitique, *ou* air fixe.	Méphites.
	Vitriolique.	Vitriols.
	Nitreux.	Nitres.
	Muriatique, *ou* du sel marin.	Muriates.
	Régalin.	Régaltes.
	Arsenical.	Arseniates.
	Boracin, *ou* sel sédatif.	Borax.
	Fluorique, *ou* du spath fluor.	Fluors.
Végétal. . . .	Acéteux, *ou* vinaigre.	Acètes.
	Tartareux, *ou* du tartre.	Tartres.
	Oxalin, *ou* de l'oseille.	Oxaltes.
	Saccharin, *ou* du sucre.	Sacchartes.
	Citrin, *ou* du citron.	Citrates.
	Lignique, *ou* du bois.	Lignites.
Animal. . . .	Phosphorique.	Phosphates.
	Formicin, *ou* des fourmis.	Formiates.
	Sébacé, *ou* du suif.	Sébates.
	Galactique, *ou* du lait.	Galactes.

Bases ou substances qui s'unissent aux acides.	Exemples pour la classe des vitriols.	Exemples pris de diverses classes.
Phlogistique.	Soufre vitriolique, *ou* soufre commun.	Soufre méphitique, *ou* plombagine.
Alumine, *ou* terre de l'argile.	Vitriol alumineux, *ou* alun.	Nitre alumineux.
Calce, *ou* terre calcaire.	Vitriol calcaire, *ou* sélénite.	Muriate calcaire.
Magnésie.	Vitriol magnésien, *ou* sel d'Epsom.	Acète de magnésie.
Barote, *ou* terre de spath pesant.	Vitriol barotique, *ou* spath pesant.	Tartre barotique.
Potasse, *ou* alcali fixe végétal.	Vitriol de potasse, *ou* tartre vitriolé.	Arseniate de potasse.
Soude, *ou* alcali fixe minéral.	Vitriol de soude, *ou* sel de Glauber.	Borax de soude, *ou* borax commun.
Ammoniac, *ou* alcali volatil.	Vitriol ammoniacal.	Fluor ammoniacal.
Or.	Vitriol d'or.	Régalte d'or.
Argent.	Vitriol d'argent.	Oxalte d'argent.
Platine.	Vitriol de platine.	Saccharte de platine.
Mercure.	Vitriol de mercure.	Citrate de mercure.
Cuivre.	Vitriol de cuivre, *ou* vitriol de Chypre.	Lignite de cuivre.
Plomb.	Vitriol de plomb.	Phosphate de plomb.

Nous venons de voir que la première division des acides et des alcalis en minéraux, végétaux et animaux, est plutôt une partition nominale qu'une division réelle, puisque tous ne sont au fond que la même substance saline, qui, seule et sans secours, entre dans les végétaux et les animaux, et qui attaque aussi la plupart des matières vitrifiables, calcaires et métalliques; ce n'est que relativement à ce dernier effet qu'on lui a donné le nom d'*acide minéral;* et comme cette division en acides minéraux, végétaux et animaux, à été universellement adoptée, je ne sais pourquoi l'on n'a pas rappelé l'acide nitreux à l'acide végétal et animal, puisqu'il n'est produit que par la putréfaction des corps organisés: cependant on le compte parmi les acides minéraux, parce qu'il est le plus puissant après l'acide vitriolique; mais cette puissance même et ses autres propriétés me semblent démontrer que c'est toujours le même acide, c'est-à-dire, l'acide aérien, qui a passé par les végétaux et par les animaux dans lesquels il s'est exalté avec la matière du feu par la fermentation putride de leurs corps, et que c'est par ces combinaisons multipliées qu'il a pris tous les caractères particuliers qui le distinguent des autres acides.

Dans les végétaux, lorsque l'acide aérien se trouve mêlé d'huile douce, ou enveloppé de mucilage, sa saveur est agréable et sucrée: l'acide des fruits, du raisin, par exemple, ne prend de l'aigreur que par la fermentation, et néanmoins tous les sels tirés des végétaux contiennent de l'acide, et ils ne diffèrent entre eux que

Bases ou substances qui s'unissent aux acides.	Exemples pour la classe des vitriols.	Exemples pris de diverses classes.
Étain.	Vitriol d'étain.	Formiate d'étain.
Fer.	Vitriol de fer, *ou* couperose verte.	Sébaste martial.
Antimoine (au lieu de régule d')	Vitriol antimonial.	Muriate antimonial, *ou* beurre d'antimoine.
Bismuth.	Vitriol de bismuth.	Galacte de bismuth.
Zinc.	Vitriol de zinc, *ou* couperose blanche.	Borax de zinc.
Arsenic.	Vitriol d'arsenic.	Muriate d'arsenic.
Cobalt.	Vitriol de cobalt.	Saccharte de cobalt.
Nickel.	Vitriol de nickel.	Formiate de nickel.
Manganèse.	Vitriol de manganèse.	Oxalte de manganèse.
Esprit-de-vin.	Éther vitriolique.	Éther lignique, *ou* éther de Goettling, etc., etc.

Les dix-huit acides, les vingt-quatre bases et les produits de leur union, forment ainsi quatre cent soixante-quatorze dénominations claires et méthodiques, indépendamment des *hépars*, ou composés à trois parties, dont les noms viennent encore dans ce système, comme *hépar de soude, hépar ammoniacal, pyrite d'argent*, etc., etc.

par les qualités qu'ils acquièrent en fermentant et qu'ils empruntent de l'air en se joignant à l'acide qu'il contient; et de même que tous les acides végétaux aigres ou doux, acerbes ou sucrés, ne prennent ces saveurs différentes que par les premiers effets de la fermentation, l'acide nitreux n'acquiert ses qualités caustiques et corrosives que par cette même fermentation portée au dernier degré, c'est-à-dire à la putréfaction : seulement nous devons observer que l'acide animal entre peut-être autant et plus que le végétal dans le nitre; car comme cet acide subit encore de nouvelles modifications en passant du végétal à l'animal, et que tous deux se trouvent réunis dans les matières putréfiées, ils s'y rassemblent, s'exaltent ensemble, et, se combinant avec l'alcali fixe végétal, ils forment le nitre dont l'acide, malgré toutes ces transformations, n'en est pas moins essentiellement le même que l'acide aérien.

Tous les acides tirent donc leur première origine de l'acide aérien, et il me semble qu'on ne pourra guère en douter si l'on pèse toutes les raisons que je viens d'exposer, et auxquelles je n'ajouterai qu'une considération qui est encore de quelque poids. On conserve tous les acides, même les plus forts et les plus concentrés, dans des flacons ou vaisseaux de verre; ils entameroient toute autre matière; or, dans les premiers temps, le globe entier n'étoit qu'une masse de verre sur laquelle les acides minéraux, s'ils eussent existé, n'auroient pu faire aucune impression, puisqu'ils n'en font aucune sur notre verre : l'acide aérien, au contraire, agit sur le verre, et peu à peu l'entame, l'exfolie, le décompose et le réduit en terre; par conséquent cet acide est le premier et le seul qui ait agi sur la masse vitreuse du globe; et comme il étoit alors aidé d'une forte chaleur, son action en étoit d'autant plus prompte et plus pénétrante; il a donc pu, en se mêlant intimement avec la terre vitrifiée, produire l'acide vitriolique qui n'a plus d'action sur cette même terre, parce qu'il en contient et qu'elle lui sert de base : dès-lors cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, n'est néanmoins ni le plus simple de tous ni le premier formé; il est le second dans l'ordre de formation, l'arsenic est le troisième, l'acide marin le quatrième, etc., parce que l'acide primitif aérien n'a d'abord pu saisir que la terre vitrifiée, ensuite la terre métallique [1], puis la terre calcaire, etc., à mesure et dans le même ordre que ces matières se sont établies

[1] Les mines spathiques et les malachites contiennent notamment une très-grande quantité d'acide aérien.

sur la masse du globe vitrifié : je dis à mesure et dans le même ordre, parce que les matières métalliques sont tombées les premières de l'atmosphère où elles étoient reléguées et étendues en vapeurs; elles ont rempli les interstices et les fentes du quarz et des autres verres primitifs, où l'acide aérien les ayant saisies a produit l'acide arsenical; ensuite après la production et la multiplication des coquillages, les matières calcaires, formées de leurs débris, se sont établies, et l'acide aérien les ayant pénétrées a produit l'acide marin, et successivement les autres acides et les alcalis après la naissance des animaux et des végétaux; enfin la production des acides et des alcalis a nécessairement précédé la formation des sels, qui tous supposent la combinaison de ces mêmes acides ou alcalis avec une matière terreuse ou métallique, laquelle leur sert de base et contient toujours une certaine quantité d'eau qui entre dans la cristallisation de tous les sels; en sorte qu'ils sont beaucoup moins simples que les acides ou alcalis, qui seuls sont les principes de leur essence saline.

Ceci étoit écrit, ainsi que la suite de cette histoire naturelle des sels, et j'étois sur le point de livrer cette partie de mon ouvrage à l'impression, lorsque j'ai reçu (au mois de juillet de cette année 1782), de la part de M. le chevalier *Marsilio Landriani*, de Milan, le troisième volume de ses opuscules *physico-chimiques*, dans lequel j'ai vu avec toute satisfaction, que cet illustre et savant physicien a pensé comme moi sur l'acide primitif : il dit expressément « que l'acide universel, élémentaire, primitif, dans « lequel peuvent se résoudre tous les acides connus jusqu'à ce « jour, est l'acide *méphitique*, cet acide qui étant combiné avec « la chaux vive, l'adoucit et la *neutralise*, qui mêlé avec les eaux « les rend acidules et pétillantes; c'est l'*air fixe* de Black, le *gas* « *méphitique* de Macquer, l'*acide atmosphérique* de Bergman. »

M. le chevalier Landriani prouve son assertion par des expériences ingénieuses; il a pensé avec notre savant académicien, M. Lavoisier, que l'air fixe, ou l'acide méphitique, se forme par la combinaison de l'air et du feu, et il conclut par dire : « Il me « paroît hors de doute, 1°. que l'air déphlogistiqué, au moment « qu'il s'élève des corps capables de le produire, se change en air « fixe, s'il est surpris par le phlogistique dans le moment de sa « formation;

« 2°. Que comme il résulte des expériences que les acides ni- « treux, vitriolique, marin, phosphorique, arsenical, unis à cer- « taines terres, peuvent se changer en air déphlogistiqué, lequel « de son côté peut aisément se convertir en air fixe; et comme

« d'autre part l'acide du sucre, celui de la crème de tartre, celui « du vinaigre, celui des fourmis, etc., peuvent aussi aisément se « convertir en air fixe par le moyen de la chaleur, il est assez dé- « montré que tous les acides peuvent être convertis en air fixe, « et que cet air fixe est peut-être l'acide universel, comme étant « le plus commun et se rencontrant le plus fréquemment dans « les diverses productions de la Nature. »

Je suis sur tout cela du même avis que M. le chevalier Landriani, et je n'ai d'autre mérite ici que d'avoir reconnu, d'après mon système général sur la formation du globe, que le plus pur et le plus simple des acides avoit dû se former le premier par la combinaison de l'air et du feu, et que par conséquent on devoit le regarder comme l'acide primitif dont tous les autres ont tiré leur origine : mais je n'étois pas en état de démontrer par les faits, comme ce savant physicien vient de le faire, que tous les acides, de quelque espèce qu'ils soient, peuvent être convertis en cet acide primitif, ce qui confirme victorieusement mon opinion; car cette conversion des acides doit être réciproque et commune, en sorte que tous les acides ont pu être formés par l'acide aérien, puisque tous peuvent être ramenés à la nature de cet acide.

Il me paroît donc plus certain que jamais, tant par ma théorie que par les expériences de M. Landriani, que l'acide aérien, c'est-à-dire, l'air fixe ou fixé par le feu, est vraiment l'acide primitif, et le premier principe salin dont tous les autres acides et alcalis tirent leur origine; et cet acide uniquement composé d'air et de feu n'a pu former les autres substances salines qu'en se combinant avec la terre et l'eau : aussi tous les autres acides contiennent de la terre et de l'eau; et la quantité de ces deux élémens est plus grande dans tous les sels que celle de l'air et du feu; ils prennent différentes formes selon les doses respectives des quatre élémens, et selon la nature de la terre qui leur sert de base; et comme la proportion de la quantité des quatre élémens dans les principes salins, et la qualité différente de la terre qui sert de base à chaque sel, peuvent toutes se combiner les unes avec les autres, le nombre des substances salines est si grand, qu'il ne seroit guère possible d'en faire une exacte énumération : d'ailleurs toutes les combinaisons salines faites par l'art de la chimie, ne doivent pas être mises sur le compte de la Nature; nos premières considérations doivent donc tomber sur les sels qui se forment naturellement, soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre : nous les examinerons séparément, et les présenterons successivement en commençant par les sels vitrioliques.

ACIDE VITRIOLIQUE ET VITRIOLS.

Cet acide est absolument sans odeur et sans couleur; il ressemble à cet égard parfaitement à l'eau : néanmoins sa substance n'est pas aussi simple, ni même, comme le dit Stahl, uniquement composée des seuls élémens de la terre et de l'eau; il a été formé par l'acide aérien, il en contient une grande quantité, et sa substance est réellement composée d'air et de feu unis à la terre vitrifiable, et à une très-petite quantité d'eau qu'on lui enlève aisément par la concentration; car il perd peu à peu sa liquidité par la grande chaleur, et peut prendre une forme concrète [1] par la longue application d'un feu violent : mais, dès qu'il est concentré, il attire puissamment l'humidité de l'air, et par l'addition de cette eau il acquiert plus de volume; il perd en même temps quelque chose de son activité saline : ainsi l'eau ne réside dans cet acide épuré qu'en très-petite quantité, et il n'y a de terre qu'autant qu'il en faut pour servir de base à l'air et au feu, qui sont fortement et intimement unis à cette terre vitrifiable.

Au reste, cet acide et les autres acides minéraux ne se trouvent pas dans la Nature seuls et dégagés, et on ne peut les obtenir qu'en les tirant des substances avec lesquelles ils se sont combinés, et des corps qui les contiennent. C'est en décomposant les pyrites, les vitriols, le soufre, l'alun et les bitumes, qu'on obtient l'acide vitriolique [2] : toutes ces matières en sont plus ou moins impré-

[1] Quelques chimistes ont donné le nom d'*huile de vitriol glaciale* à cet acide concentré au point d'être sous forme concrète. A mesure qu'on le concentre, il perd de sa fluidité, il file et paroît gras au toucher comme l'huile : on l'a, par cette raison, nommé *huile de vitriol*, mais très-improprement; car il n'a aucun caractère spécifique des huiles, ni l'inflammabilité. Le toucher gras de ce liquide semble provenir, comme celui du mercure, du grand rapprochement de ses parties; et c'est en effet, après le mercure, le liquide le plus dense qui nous soit connu : aussi, lorsqu'il est soumis à la violente action du feu, il prend une chaleur beaucoup plus grande que l'eau et que tout autre liquide; et comme il est peu volatil et point inflammable, il a l'apparence d'un corps solide pénétré de feu et presque en incandescence.

[2] Ce n'est pas que la Nature ne puisse faire dans ses laboratoires tout ce qui s'opère dans les nôtres; si la vapeur du soufre en combustion se trouve renfermée sous des voûtes de cavernes, l'acide sulfureux s'y condensera en acide vitriolique. M. Joseph Baldassari nous offre même à ce sujet une très-belle observation. Ce savant a trouvé dans une grotte du territoire de Sienne, au milieu d'une masse d'in-

gnées; toutes peuvent aussi lui servir de base; et il forme avec elles autant de différens sels, desquels on le retire toujours sous la même forme et sans altération.

On a donné le nom de *vitriol* à trois sels métalliques, formés par l'union de l'acide vitriolique avec le fer, le cuivre et le zinc; mais on pourroit, sans abuser du nom, l'étendre à toutes les substances dans lesquelles la présence de l'acide vitriolique se manifeste d'une manière sensible. Le vitriol du fer est vert, celui du cuivre est bleu, et celui du zinc est blanc : tous trois se trouvent dans le sein de la terre, mais en petite quantité, et il paroît que ce sont les seules matières métalliques que la Nature ait combinées avec cet acide; et quand même on seroit parvenu par notre art à faire d'autres vitriols métalliques, nous ne devons pas les mettre au nombre des substances naturelles, puisqu'on n'a jamais trouvé de vitriols d'or, d'argent, de plomb, d'étain, ni d'antimoine, de bismuth, de cobalt, etc., dans aucun lieu, soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre.

Le vitriol vert ou le vitriol ferrugineux, appelé vulgairement *couperose*, se présente dans toutes les mines de fer où l'eau chargée d'acide vitriolique a pu pénétrer. C'est sous les glaises ou les plâtres que gisent ordinairement ces mines de vitriol, parce que les terres argileuses et plâtreuses sont imprégnées de cet acide, qui, se mêlant avec l'eau des sources souterraines, ou même avec l'eau des pluies, descend par stillation sur la matière ferrugineuse, et, se combinant avec elle, forme ce vitriol vert qui se trouve tantôt en masses assez informes, auxquelles on donne le nom de *pierres atramentaires* [1], et tantôt en stalactites plus ou moins opaques, et quelquefois cristallisées. La forme de ces cristaux vitrioliques est rhomboïdale, et assez semblable à celle des cristaux du spath calcaire. C'est donc dans les mines de fer de seconde et de troisième formation, abreuvées par les eaux qui découlent des matières argileuses et plâtreuses, qu'on rencontre ce vitriol natif dont la formation suppose non-seulement la décomposition de la matière ferrugineuse, mais encore le mélange de l'acide en assez grande quantité. Toute matière ferrugineuse imprégnée de cet acide don-

---

crustation déposée par les eaux thermales des bains de Saint-Philippe, « un véritable acide vitriolique pur, naturellement concret, et sans aucun mélange de « substances étrangères.... »

[1] Parce qu'elles servent, comme le vitriol lui-même, à composer les diverses sortes de teintures noires ou d'encre, *atramentum*. C'est l'étymologie que Pline nous en donne lui-même : *Diluendo*, dit-il en parlant du vitriol, *fit atramentum tingendis coriis, unde atramenti sutorii nomen.*

nera du vitriol : aussi le tire-t-on des pyrites martiales en les décomposant par la calcination ou par l'humidité.

Cette pyrite, qui n'a aucune saveur dans son état naturel, se décompose, lorsqu'elle est exposée long-temps à l'humidité de l'air, en une poudre saline, acerbe et styptique; en lessivant cette poudre pyriteuse, on en retire du vitriol par l'évaporation et le refroidissement. Lorsqu'on veut en obtenir en grande quantité, on entasse ces pyrites les unes sur les autres à deux ou trois pieds d'épaisseur; on les laisse exposées aux impressions de l'air pendant trois ou quatre ans, et jusqu'à ce qu'elles se soient réduites en poudre : on les remue deux fois par an pour accélérer cette décomposition; on recueille l'eau de la pluie qui les lessive pendant ce temps, et on la conduit dans des chaudières où l'on place des ferrailles qui s'y dissolvent en partie par l'excès de l'acide; ensuite on fait évaporer cette eau, et le vitriol se présente en cristaux [1].

On peut aussi tirer le vitriol des pyrites par le moyen du feu, qui dégage, sous la forme de soufre, une partie de l'acide et du feu fixe qu'elles contiennent : on lessive ensuite la matière qui reste après cette extraction du soufre; et pour charger d'acide l'eau de ce résidu, on la fait passer successivement sur d'autres résidus également *dessoufrés*, après quoi on l'évapore dans des chaudières de plomb. La matière pyriteuse n'est pas épuisée de vitriol par cette première opération; on la reprend pour l'étendre à l'air, et au bout de dix-huit mois ou deux ans elle fournit, par une semblable lessive, de nouveau vitriol.

Il y a dans quelques endroits des terres qui sont assez mêlées de pyrites décomposées pour donner du vitriol par une seule lessive. Au reste, on ne se sert que de chaudières de plomb pour la fabrication du vitriol, parce que l'acide rongeroit le fer et le cuivre. Pour reconnoître si la lessive vitriolique est assez chargée, il faut se servir d'un *pèse-liqueur;* dès que cet instrument indiquera que la lessive contient vingt-huit onces de vitriol, on pourra la faire évaporer pour obtenir ce sel en cristaux. Il faut environ quinze jours pour opérer cette cristallisation, et l'on a observé qu'elle réussit beaucoup mieux pendant l'hiver qu'en été.

Nous avons en France quelques mines de vitriol naturel. « On en « exploite, dit M. de Gensanne, une au lieu de *la Fonds*, près « *Saint-Julien de Valgogne;* le travail y est conduit avec la plus « grande intelligence : le minéral y est riche et en grande abon-

[1] Dans le grand nombre de fabriques de vitriol de fer, celle de Newcastle en Angleterre est remarquable par la grande pureté du vitriol qui s'y produit.

« dance, et le vitriol qu'on y fabrique est certainement de la « première qualité. » Il doit se trouver de semblables mines dans tous les endroits où la terre limoneuse et ferrugineuse se trouve mêlée d'une grande quantité de pyrites décomposées.

Il se produit aussi du vitriol par les eaux sulfureuses qui découlent des volcans ou des solfatares. « La formation de ce vitriol, « dit M. l'abbé Mazéas, s'opère de trois façons. La première, par « les vapeurs qui s'élèvent des solfatares et des ruisseaux sulfu-« reux : ces vapeurs, en retombant sur les terres ferrugineuses, « les recouvrent peu à peu d'une efflorescence de vitriol..... La « seconde se fait par la filtration des vapeurs à travers les terres · « ces sortes de mines fournissent beaucoup plus de vitriol que les « premières ; elles se trouvent communément sur le penchant des « montagnes qui contiennent des mines de fer, et qui ont des « sources d'eau sulfureuses. La troisième manière est lorsque la « terre ferrugineuse contient beaucoup de soufre : on s'aperçoit « dès qu'il a plu, d'une chaleur sur la surface de la terre, causée « par une fermentation intestine..... Il se forme du vitriol en plus « ou moins grande quantité dans ces terres. »

Le vitriol bleu, dont la base est le cuivre, se forme comme le vitriol de fer ; on ne le trouve que dans les mines secondaires où le cuivre est déjà décomposé, et dont les terres sont abreuvées d'une eau chargée d'acide vitriolique. Ce vitriol cuivreux se présente aussi en masses ou en stalactites, mais rarement cristallisées, et les cristaux sont plus souvent dodécaèdres qu'hexaèdres ou rhomboïdaux. On peut tirer ce vitriol des pyrites cuivreuses et des autres minerais de ce métal, qui sont presque tous dans l'état pyriteux.

On peut aussi employer des débris ou rognures de cuivre avec l'alun pour faire ce vitriol. On commence par jeter sur ces morceaux de cuivre du soufre pulvérisé ; on les met ensemble dans un four, et on les plonge ensuite dans une eau où l'on a fait dissoudre de l'alun : l'acide de l'alun ronge et détruit les morceaux de cuivre ; on transvase cette eau dans des baquets de plomb lorsqu'elle est suffisamment chargée, et en la faisant évaporer on obtient le vitriol qui se forme en beaux cristaux bleus[1]. C'est de

[1] Pline a parfaitement connu cette formation des cristaux du vitriol, et même il en décrit le procédé mécanique avec autant d'élégance que de clarté : *Fit in Hispaniæ puteis*, dit-il, *id genus aquæ habentibus..... Decoquitur..... et in piscinas ligneas funditur. Immobilibus super has transtris dependent restes; quibus adhærescens limus, vitreis acinis imaginem quamdam uvæ reddit. Color est cæruleus perquam spectabili nitore, vitrumque esse creditur.*

cette apparence cristalline ou vitreuse que le nom même de *vitriol* est dérivé [1].

Le vitriol de zinc est blanc, et se trouve aussi en masses et en stalactites dans les minières de pierre calaminaire ou dans les blendes ; il ne se présente que très-rarement en cristaux à facettes : sa cristallisation la plus ordinaire dans le sein de la terre est en filets soyeux et blancs.

On peut ajouter à ces trois vitriols métalliques, qui tous trois se trouvent dans l'intérieur de la terre, une substance grasse, à laquelle on a donné le nom de *beurre fossile*, et qui suinte des schistes alumineux : c'est une vraie stalactite vitriolique ferrugineuse, qui contient plus d'acide qu'aucun des autres vitriols métalliques ; et, par cette raison, M. le baron de Dietrich a cru pouvoir avancer que ce beurre fossile n'est que de l'acide vitriolique concret. Mais si l'on fait attention que cet acide ne prend une forme concrète qu'après une très-forte concentration et par la continuité d'un feu violent, et qu'au contraire ce beurre vitriolique se forme, comme les autres stalactites, par l'intermède de l'eau, il me semble qu'on ne doit pas hésiter à le rapporter aux vitriols que la Nature produit par la voie humide.

Après ces vitriols à base métallique, on doit placer les vitriols à base terreuse, qui, pris généralement, peuvent se réduire à deux : le premier est l'alun, dont la terre est argileuse ou vitreuse ; et le second est le gypse, que les chimistes ont appelé *sélénite*, et dont la base est une terre calcaire. Toutes les argiles sont imprégnées d'acide vitriolique, et les terres qu'on appelle *alumineuses* ne diffèrent des argiles communes qu'en ce qu'elles contiennent une plus grande quantité de cet acide : l'alun y est toujours en particules éparses, et c'est très-rarement qu'il se présente en filets cristallisés ; on le retire aisément de toutes les terres et pierres argileuses en les faisant calciner et ensuite lessiver à l'eau.

Le gypse, qu'on peut regarder comme un vitriol calcaire, se présente en stalactites et en grands morceaux cristallisés dans toutes les carrières de plâtre.

Mais lorsque la quantité de terre contenue dans l'argile et dans le plâtre est très-grande en comparaison de celle de l'acide, il perd en quelque sorte sa propriété la plus distinctive ; il n'est plus

---

[1] Les Grecs, qui apparemment connoissoient mieux le vitriol de cuivre que celui de fer, avoient donné à ce sel un nom qui désignoit son affinité avec ce premier métal ; c'est la remarque de Pline : *Græci cognationem æris nomine fecerunt..... appellant enim chalcantum.*



corrosif, il n'est pas même sapide : car l'argile et le plâtre n'affectent pas plus nos organes que toute autre matière; et, sous ce point de vue, on doit rejeter du nombre des substances salines ces deux matières, quoiqu'elles contiennent de l'acide.

Nous devons, par la même raison, ne pas compter au nombre des vitriols ou substances vraiment salines toutes les matières où l'acide en petite quantité se trouve non-seulement mêlé avec l'une ou l'autre terre argileuse ou calcaire, mais avec toutes deux, comme dans les marnes et dans quelques autres terres et pierres mélangées de parties vitreuses, calcaires, limoneuses et métalliques : ces sels à double base forment un second ordre de matières salines auxquelles on peut donner le nom d'*hépar*. Mais toute matière simple, mixte ou composée de plusieurs substances différentes, dans laquelle l'acide est engagé ou saturé de manière à n'être pas senti ni reconnu par la saveur, ne doit ni ne peut être comptée parmi les sels sans abuser du nom; car alors presque toutes les matières du globe seroient des sels, puisque presque toutes contiennent une certaine quantité d'acide aérien. Nous devons ici fixer nos idées par notre sensation : toutes les matières insipides ne sont pas des sels; toutes celles, au contraire, dont la saveur offense, irrite ou flatte le sens du goût, seront des sels, de quelque nature que soit leur base, et en quelque nombre ou quantité qu'elles puissent être mélangées. Cette propriété est générale, essentielle, et même la seule qui puisse caractériser les substances salines, et les séparer de toutes les autres matières. Je dis le seul caractère distinctif des sels; car l'autre propriété par laquelle on a voulu les distinguer, c'est-à-dire, la solubilité dans l'eau, ne leur appartient pas exclusivement ni généralement, puisque les gommes et même les terres se dissolvent également dans toutes liqueurs aqueuses, et que d'ailleurs on connoît des sels que l'eau ne dissout point, tels que le soufre, qui est vraiment salin, puisqu'il contient l'acide vitriolique en grande quantité.

Suivons donc l'ordre des matières dans lesquelles la saveur saline est sensible; et, ne considérant d'abord que les composés de l'acide vitriolique, nous aurons, dans les minéraux, les vitriols de fer, de cuivre et de zinc, auxquels on doit ajouter l'alun, parce que tous sont non-seulement sapides, mais même corrosifs.

L'acide vitriolique, qui par lui-même est fixe, devient volatil en s'unissant à la matière du feu libre, sur laquelle il a une action très-marquée, puisqu'il la saisit pour former le soufre, et qu'il

devient volatil avec lui dans sa combustion. Cet acide sulfureux volatil ne diffère de l'acide vitriolique fixe que par son union avec la vapeur sulfureuse dont il répand l'odeur; et le mélange de cette vapeur à l'acide vitriolique, au lieu d'augmenter sa force, la diminue beaucoup : car cet acide, devenu volatil et sulfureux, a beaucoup moins de puissance pour dissoudre; son affinité avec les autres substances est plus foible; tous les autres acides ne peuvent le décomposer, et de lui-même il se décompose par la seule évaporation. La fixité n'est donc point une qualité essentielle à l'acide vitriolique; il peut se convertir en acide aérien, puisqu'il devient volatil et se laisse emporter en vapeurs sulfureuses.

L'acide sulfureux fait seulement plus d'effet que l'acide vitriolique sur les couleurs tirées des végétaux et des animaux; il les altère et même les fait disparoître avec le temps, au lieu que l'acide vitriolique fait reparoître quelques-unes de ces mêmes couleurs, et en particulier celle des roses. L'acide sulfureux les détruit toutes; et c'est d'après cet effet qu'on l'emploie pour donner aux étoffes la plus grande blancheur et le plus beau lustre.

L'acide sulfureux me paroît être l'une des nuances que la Nature a mises entre l'acide vitriolique et l'acide nitreux; car toutes les propriétés de cet acide sulfureux le rapprochent évidemment de l'acide nitreux, et tous deux ne sont au fond que le même acide aérien, qui, ayant passé par l'état d'acide vitriolique, est devenu volatil dans l'acide sulfureux, et a subi encore plus d'altération avant d'être devenu acide nitreux par la putréfaction des corps organisés. Ce qui fait la principale différence de l'acide sulfureux et de l'acide nitreux, c'est que le premier est beaucoup plus chargé d'eau que le second, et que par conséquent il n'est pas aussi fortement uni avec la matière du feu.

Après les vitriols métalliques, nous devons considérer les sels que l'acide vitriolique a formés avec les matières terreuses, et particulièrement avec la terre argileuse qui sert de base à l'alun; nous verrons que cette terre est la même que celle du quarz, et nous en tirerons une nouvelle démonstration de la conversion réelle du verre primitif en argile.

LIQUEUR DES CAILLOUX.

J'ai dit et répété plus d'une fois dans le cours de mes ouvrages, que l'argile tiroit son origine de la décomposition des grès et des autres débris du quarz réduits en poudre, et atténués par l'action des acides et l'impression de l'eau; je l'ai même démontré par des expériences faciles à répéter, et par lesquelles on peut convertir en assez peu de temps la poudre de grès en argile, par la simple action de l'acide aérien et de l'eau : j'ai rapporté de semblables épreuves sur le verre pulvérisé; j'ai cité les observations réitérées et constantes qui nous ont également prouvé que les laves les plus solides des volcans se convertissent en terre argileuse, en sorte qu'indépendamment des recherches chimiques et des preuves qu'elles peuvent fournir, la conversion des sables vitreux en argile m'étoit bien démontrée. Mais une vérité tirée des analogies générales fait peu d'effet sur les esprits accoutumés à ne juger que par les résultats de leur méthode particulière : aussi la plupart des chimistes doutent encore de cette conversion; et néanmoins les résultats bien entendus de leur propre méthode me semblent confirmer cette même vérité aussi pleinement qu'ils peuvent le désirer; car, après avoir séparé dans l'argile l'acide de sa base terreuse, ils ont reconnu que cette base étoit une terre vitrifiable; ils ont ensuite combiné, par le moyen du feu, le quarz pulvérisé avec l'alcali dissous dans l'eau, et ils ont vu que cette matière précipitée devient soluble comme la terre de l'alun par l'acide vitriolique; enfin ils en ont formé un composé fluide qu'ils ont nommé *liqueur des cailloux*. « Une demi-partie d'alcali et une « partie de quarz pulvérisé, fondues ensemble, dit M. de Morveau, « forment un beau verre transparent, qui conserve sa solidité. Si « on change les proportions, et que l'on mette, par exemple, quatre « parties d'alcali pour une partie de terre quarzeuse, la masse fon- « due participera d'autant plus des propriétés salines; elle sera « soluble par l'eau, ou même se résoudra spontanément en liqueur « par l'humidité de l'air : c'est ce que l'on nomme *liqueur des cail- « loux*. Le quarz y est tenu en dissolution par l'alcali, au point « de passer par le filtre.

« Tous les acides, et même l'eau chargée d'air fixe, précipitent « cette liqueur des cailloux, parce qu'en s'unissant à l'alcali, ils

« le forcent d'abandonner la terre. Quand les deux liqueurs sont « concentrées, il se fait une espèce de miracle chimique, c'est-à-« dire, que le mélange devient solide..... On peut conclure de « toutes les expériences faites à ce sujet : 1°. que la terre quar-« zeuse éprouve, pendant sa combinaison avec l'alcali, par la fu-« sion, une altération qui la rapproche de l'état de l'argile, et la « rend susceptible de former de l'alun avec l'acide vitriolique; « 2°. que la terre argileuse et la terre quarzeuse, altérées par la « vitrification, ont une affinité marquée, même par la voie hu-« mide, avec l'alcali privé d'air, etc..... Aussi l'argile et l'alun « sont bien réellement des sels vitrioliques à base de terre vitri-« fiable.....

« L'argile est un sel avec excès de terre..... et il est certain « qu'elle contient de l'acide vitriolique, puisqu'elle décompose le « nitre et le sel marin à la distillation. On démontre que sa base « est alumineuse, en saturant d'acide vitriolique l'argile dissoute « dans l'eau, et formant ainsi un véritable alun; on fait passer « enfin l'alun à l'état d'argile, en lui faisant prendre une nou-« velle portion de terre alumineuse, précipitée et édulcorée. Il « faut l'employer tandis qu'elle est encore en bouillie, car elle de-« vient beaucoup moins soluble en séchant; et cette circonstance « établit une nouvelle analogie entre elle et la terre précipitée de « la liqueur des cailloux. »

Cette terre qui sert de base à l'alun, est argileuse : elle prend au feu, comme l'argile, toutes sortes de couleurs; elle y devient rougeâtre, jaune, brune, grise, verdâtre, bleuâtre, et même noire; et si l'on précipite la terre vitrifiable de la liqueur des cailloux, cette terre précipitée a toutes les propriétés de la terre de l'alun : car en l'unissant à l'acide vitriolique on en fait de l'alun; ce qui prouve que l'argile est de la même essence que la terre vitrifiable ou quarzeuse.

Ainsi les recherches chimiques, bien loin de s'opposer au fait réel de la conversion des verres primitifs en argile, le démontrent encore par leurs résultats, et il est certain que l'argile ne diffère du quarz ou du grès réduits en poudre que par l'atténuation des molécules de cette poudre quarzeuse sur laquelle l'acide aérien, combiné avec l'eau, agit assez long-temps pour les pénétrer, et enfin les réduire en terre. L'acide vitriolique ne produiroit pas cet effet, car il n'a point d'action sur le quarz ni sur les autres matières vitreuses; c'est donc à l'acide aérien qu'on doit l'attribuer : son union d'une part avec l'eau, et d'autre part le mélange des poussières alcalines avec les poudres vitreuses, lui donnent prise sur

cette même matière quarzeuse. Ceci me paroît assez clair, même en rigoureuse chimie, pour espérer qu'on ne doutera plus de cette conversion des verres primitifs en argile, puisque toutes les argiles sont mélangées des débris de coquilles et d'autres productions du même genre, qui toutes peuvent fournir à l'acide aérien l'intermède alcalin nécessaire à sa prompte action sur la matière vitrifiable. D'ailleurs l'acide aérien, seul et sans mélange d'alcali, attaque avec le temps toutes les matières vitreuses; car le quarz, le cristal de roche et tous les autres verres produits par la Nature, se ternissent, s'irisent et se décomposent à la surface par la seule impression de l'air humide, et par conséquent la conversion du quarz en argile a pu s'opérer par la seule combinaison de l'acide aérien et de l'eau. Ainsi les expériences chimiques prouvent ce que les observations en histoire naturelle m'avoient indiqué; savoir, que l'argile est de la même essence que le quarz, et qu'elle n'en diffère que par l'atténuation de ses molécules réduites en terre par l'impression de l'acide primitif et de l'eau.

Et ce même acide aérien, en agissant dès les premiers temps sur la matière quarzeuse, y a pris une base qui l'a fixé et en a fait l'acide le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, qui, dans le fond, ne diffère de l'acide primitif que par sa fixité, et par la masse et la force que lui donne la substance vitrifiable qui lui sert de base; mais l'acide aérien étant répandu dans toute l'étendue de l'air, de la terre et des eaux, et le globe entier n'étant dans le premier temps qu'une masse vitrifiée, cet acide primitif a pénétré toutes les poudres vitreuses, et les ayant atténuées, ramollies et humectées par son union avec l'eau, les a peu à peu décomposées, et enfin converties en terres argileuses.

ALUN.

L'ACIDE aérien s'étant d'abord combiné avec les poudres du quarz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argile par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun, et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argileuse. Mais cette terre de l'alun est-elle de l'argile pure, comme M. Bergman et d'après lui la plupart des

chimistes récens . . . prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement que cette argile qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alcali.

1°. Deux de nos plus savans chimistes, MM. Macquer et Baumé, ont reconnu des indices de substances alcalines dans cette terre. « Quoique essentiellement argileuse, dit M. Macquer, la terre de « l'alun paroît cependant exiger un certain degré de calcination, « et *même le concours des sels alcalis*, pour former facilement et « abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Baumé « est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en com- « binant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa *propre « terre*. » Cela me paroît indiquer assez clairement que cette terre qui sert de base à l'alun, n'est pas une argile pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alcalines et calcaires.

2°. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de nos savans académiciens, qui a fait une très-bonne description de la carrière dont on tire l'alun de Rome, dit expressément : « Je regarde cette pierre « d'alun comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu. . . . . La « chaux que l'on fait de cette pierre a la propriété de se durcir « sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsqu'après « avoir été humectée on la laisse sécher. » Cette observation de M. de Bondaroy semble démontrer que les pierres de cette carrière de la *Tolfa*, dont on tire l'alun de Rome, seroient de la même nature que nos pierres à plâtre, si la matière calcaire n'y étoit pas mêlée d'une plus grande quantité d'argile. Ce sont, à mon avis, des marnes plus argileuses que calcaires, qui ont été pénétrées de l'acide vitriolique, et qui par conséquent peuvent fournir également de l'alun et de la sélénite.

3°. L'alun ne se tire pas de l'argile blanche et pure, qui est de première formation, mais des glaises ou argiles impures, qui sont de seconde formation, et qui toutes contiennent des corps marins, et sont par conséquent mélangées de substances calcaires, et souvent aussi de terre limoneuse.

4°. Comme l'alun se tire aussi des pyrites, et même en grande quantité, et que les pyrites contiennent de la terre ferrugineuse et limoneuse, il me semble qu'on peut en inférer que la terre qui sert de base à l'alun est aussi mélangée de terre limoneuse; et je ne sais si le grand boursouflement que ce sel prend au feu ne doit être attribué qu'à la raréfaction de son eau de cristallisation, et si cet effet ne provient pas, du moins en partie, de la nature de

la terre limoneuse, qui, comme je l'ai dit, se boursoufle au feu, tandis que l'agile pure y prend de la retraite.

5°. Et ce qui me paroît encore plus décisif, c'est que l'acide vitriolique, même le plus concentré, n'a aucune action sur la terre vitrifiable pure, et qu'il ne l'attaque qu'autant qu'elle est mélangée de parties alcalines. Il n'a donc pu former l'alun avec la terre vitrifiable simple ou avec l'argile pure, puisqu'il n'auroit pu les saisir pour en faire la base de ce sel, et qu'en effet il n'a saisi l'argile qu'à cause des substances calcaires ou limoneuses dont cette terre vitrifiable s'est trouvée mélangée.

Quoi qu'il en soit, il est certain que toutes les matières dont on tire l'alun, ne sont ni purement vitreuses ni purement calcaires ou limoneuses, et que les pyrites, les pierres d'alun et les terres alumineuses, contiennent non-seulement de la terre vitrifiable ou de l'argile en grande quantité, mais aussi de la terre calcaire ou limoneuse en petite quantité. Ce n'est que quand cette terre de l'alun a été travaillée par des opérations qui en ont séparé les terres calcaires et limoneuses, qu'elle a pu devenir une argile pure sous la main de nos chimistes. Cependant M. le baron de Dietrich prétend « que la pierre qui fournit l'alun et que l'on tire à la Tolfa, « est une véritable argile, qui ne contient point, ou *très-peu*, « de parties calcaires; que la petite quantité de sélénite qui se « forme pendant la manipulation, ne prouve pas qu'il y ait de la « terre calcaire dans la pierre d'alun..... et que la chaux qui « produit la sélénite peut très-bien provenir des eaux avec les- « quelles on arrose la pierre après l'avoir calcinée. » Mais quelque confiance que puissent mériter les observations de cet habile minéralogiste, nous ne pouvons nous empêcher de croire que la terre dont on retire l'alun ne soit composée d'une grande quantité d'argile et d'une certaine portion de terre limoneuse et de terre calcaire. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les raisons que nous venons d'exposer, et qui me semblent décisives: l'impuissance de l'acide vitriolique sur les matières vitrifiables, suffit seule pour démontrer qu'il n'a pu former l'alun avec l'argile pure. Ainsi l'acide vitriolique a existé long-temps avant l'alun, qui n'a pu être produit qu'après la naissance des coquillages et des végétaux, puisque leurs détrimens sont entrés dans sa composition.

La Nature ne nous offre que très-rarement et en bien petite quantité de l'alun tout formé. On a donné à cet alun natif le nom d'*alun de plume*, parce qu'il est cristallié en filets qui sont arrangés comme les barbes d'une plume. Ce sel se présente plus souvent en efflorescence de formes différentes, sur la surface de quel-

ques minéraux pyriteux; sa saveur est acerbe et styptique, et son action très-astringente. Ces effets, qui proviennent de l'acide vitriolique, démontrent qu'il est plus libre et moins saturé dans l'alun que dans la sélénite, qui n'a point de saveur sensible, et en général le plus ou moins d'action de toute matière saline dépend de cette différence : si l'acide est pleinement saturé par la matière qu'il a saisie, comme dans l'argile et le gypse, il n'a plus de saveur; et moins il est saturé, comme dans l'alun et les vitriols métalliques, plus il est corrosif. Cependant la qualité de la base dans chaque sel influe aussi sur sa saveur et son action ; car plus la matière de ces bases est dense et pesante, plus elle acquiert de masse et de puissance par son union avec l'acide, et plus la saveur du sel qui en résulte a de force.

Il n'y a point de mines d'alun proprement dites, puisqu'on ne trouve nulle part ce sel en grandes masses, comme le sel marin, ni même en petites masses, comme le vitriol; mais on le tire aisément des argiles qui portent le nom de *terres alumineuses*, parce qu'elles sont plus chargées d'acide, et peut-être plus mélangées de terre limoneuse ou calcaire que les autres argiles. Il en est de même de ces pierres d'alun dont nous venons de parler, et qui sont *argilo-calcaires*; on le retire aussi des pyrites, dans lesquelles l'acide vitriolique se trouve combiné avec la terre ferrugineuse et limoneuse. La simple lessive à l'eau chaude suffit pour extraire ce sel des terres alumineuses; mais il faut laisser effleurir les pyrites à l'air, ainsi que ces pierres d'alun, ou les calciner au feu et les réduire en poudre avant de les lessiver pour en obtenir l'alun.

L'eau bouillante dissout ce sel plus promptement et en bien plus grande quantité que l'eau froide; il se cristallise par l'évaporation et le refroidissement. La figure de ses cristaux varie comme celle de tous les autres sels. M. Bergman assure néanmoins que quand la cristallisation de l'alun n'est pas troublée, il forme des octaèdres parfaits [1], transparens et sans couleur, comme l'eau. Cet habile et laborieux chimiste prétend aussi s'être assuré que ces cristaux contiennent trente-neuf parties d'acide vitriolique, seize parties et demie d'argile pure, et quarante-cinq parties et demie d'eau. Mais je soupçonne que dans son eau, et peut-être

---

[1] M. Desmeste dit, avec plus de fondement ce me semble, « que ce sel se cristallise en effet en octaèdres rectangles lorsqu'il est avec excès d'acide, mais que « la forme de ces octaèdres varie beaucoup; que leurs côtés et leurs angles sont « souvent tronqués, et que d'ailleurs il a vu des cristaux d'alun parfaitement cubiques, et d'autres rectangles. »

même dans son acide vitriolique, il est resté de la terre calcaire ou limoneuse; car il est certain que la base de l'alun en contient. L'acide, quoique en si grande quantité relativement à celle de la terre qui lui sert de base, est néanmoins si fortement uni avec cette terre, qu'on ne peut l'en séparer par le feu le plus violent : il n'y a d'autre moyen de les désunir qu'en offrant à cet acide des alcalis, ou quelques matières inflammables avec lesquelles il ait encore plus d'affinité qu'avec sa terre. On retire par ce moyen l'acide vitriolique de l'alun calciné; on en forme du soufre artificiel, et du pyrophore qui a la propriété de s'enflammer par le seul contact de l'air.

L'alun qui se tire des matières pyriteuses s'appelle dans le commerce *alun de glace* ou *alun de roche* : il est rarement pur, parce qu'il retient presque toujours quelques parties métalliques, et qu'il est mêlé de vitriol de fer. L'alun connu sous le nom d'*alun de Rome* est plus épuré et sans mélange sensible de vitriol de fer, quoiqu'il soit un peu rouge : on le tire en Italie des pierres alumineuses de la carrière de la Tolfa. Il y a de semblables carrières de pierres d'alun en Angleterre, particulièrement à Whitby, dans le comté d'Yorck, ainsi qu'en Saxe, en Suède, en Norwége, et dans les pays de Hesse et de Liége, de même que dans quelques provinces d'Espagne. On extrait l'alun dans ces différentes mines à peu près par les mêmes procédés qui consistent à faire effleurir à l'air, pendant un temps suffisant, la terre ou pierre alumineuse, à la lessiver ensuite, et à faire cristalliser l'alun par l'évaporation de l'eau [1]. L'alun de Rome est celui qui est le plus estimé, et qu'on assure être le plus pur. Tous les aluns sont, comme l'on voit, des productions de notre art, et le seul sel de cette espèce que la Nature nous offre tout formé, est l'alun de plume, qui ne se trouve que dans des cavités où suintent et s'évaporent les eaux chargées de ce sel en dissolution. Cet alun est très-pur; mais nulle part il n'est en assez grande quantité pour faire un objet de commerce, et encore moins pour fournir à la consommation que l'on fait de l'alun dans plusieurs arts et métiers.

Ce sel a en effet des propriétés utiles, tant pour la médecine que pour les arts, et surtout pour la teinture et la peinture. La plupart des pastels ne sont que des terres d'alun teintes de diffé-

[1] Dans quelques-unes de ces exploitations on fait griller le minerai; mais, comme le remarque très-bien M. Jars, cette opération n'est bonne que pour celles de ces mines qui sont très-pyriteuses, et seroit pernicieuse dans les autres, où la combustion détruiroit une portion de l'alun, et qu'il suffit de laisser effleurir à l'air, où elles s'échauffent d'elles-mêmes.

rentes couleurs. Il sert à la teinture en ce qu'il a la propriété d'ouvrir les pores et d'entamer la surface des laines et des soies qu'on veut teindre, et de fixer les couleurs jusque dans leur substance; il sert aussi à la préparation des cuirs, à lisser le papier, à argenter le cuivre, à blanchir l'argent, etc. : mis en suffisante quantité sur la poudre à canon, il la préserve de l'humidité et même de l'inflammation; il s'oppose aussi à l'action du feu sur le bois et sur les autres matières combustibles, et les empêche de brûler si elles en sont fortement imprégnées : on le mêle avec le suif pour rendre les chandelles plus fermes; on frotte d'alun calciné les formes qui servent à imprimer les toiles et papiers, pour y faire adhérer les couleurs; on en frotte de même les balles d'imprimerie pour leur faire prendre l'encre, etc.

Les Asiatiques ont, avant les Européens, fait usage de l'alun; les plus anciennes fabriques de ce sel étoient en Syrie et aux environs de Constantinople et de Smyrne, dans le temps des califes, et ce n'est que vers le milieu du quinzième siècle que les Italiens transportèrent l'art de fabriquer l'alun dans leur pays, et que l'on découvrit les mines alumineuses d'*Ischia*, de Viterbe, etc. Les Espagnols établirent ensuite, dans le seizième siècle, une manufacture d'alun près de Carthagène, à *Almazaran*, et cet établissement subsiste encore. Depuis ce temps, on a fabriqué de l'alun en Angleterre, en Bohème et dans d'autres provinces de l'Allemagne; et aujourd'hui on en connoît sept manufactures en Suède, dont la plus considérable est celle de *Garphyttau* dans la Noricie.

Il y a en France assez de mines pyriteuses et même assez de terres alumineuses pour qu'on pût y faire tout l'alun dont on a besoin sans l'acheter de l'étranger; et néanmoins je n'en connois qu'une seule petite manufacture en Roussillon, près des Pyrénées : cependant on en pourroit fabriquer de même en Franche-Comté, où il y a une grande quantité de terres alumineuses à quelque distance de Norteau. M. de Gensanne, qui a reconnu ces terres, en a aussi trouvé en Vivarais, près de la Gorce. « Plusieurs veines « de cette terre alumineuse sont, dit-il, parsemées de charbon « *jayet*, et l'on y trouve par intervalles de l'alun natif. » Il y a aussi près de Soyon des mines de couperose et d'alun. On voit encore beaucoup de terres alumineuses aux environs de Roquefort et de Cascastel; d'autres près de Cornillon, dans le diocèse d'Uzès, dans lesquelles l'alun se forme naturellement : mais combien n'avons-nous pas d'autres richesses que nous foulons aux pieds, non par dédain ni par défaut d'industrie, mais par les

obstacles qu'on met, ou le peu d'encouragement que l'on donne à toute entreprise nouvelle!

AUTRES COMBINAISONS
DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

Nous venons de voir que cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, a saisi les terres argileuses et calcaires, dans lesquelles il se manifeste sous la forme d'alun et de sélénite; que l'argile et le plâtre, quoique imprégnés de cet acide, n'ont néanmoins aucune saveur saline, parce qu'il y a excès de terre sur la quantité d'acide, et qu'il y est pleinement saturé: que l'alun, au contraire, dont la base n'est que de la terre argileuse mêlée d'une petite portion de terre alcaline, a une saveur styptique et des effets astringens, parce que l'acide n'y est pas saturé; qu'il en est de même de tous les vitriols métalliques, dont la base étant d'une matière plus dense que la terre vitreuse ou calcaire, a donné à ces sels plus de masse et de puissance. Nous avons vu que les terres alumineuses ne sont que des argiles mélangées et plus fortement imprégnées que les autres d'acide vitriolique; que l'alun, qu'on peut regarder comme un vitriol à base terreuse, retient dans ses cristaux une quantité d'eau plus qu'égale à la moitié de son poids, et que cette eau n'est pas essentielle à sa substance saline, puisqu'il la perd aisément au feu sans se décomposer; qu'il s'y boursoufle comme la terre limoneuse, et qu'en même temps qu'il se laisse dépouiller de son eau, il retient très-fixement l'acide vitriolique, et devient, après la calcination, presque aussi corrosif qne cet acide même.

Maintenant, si nous examinons les autres matières avec lesquelles cet acide se trouve combiné, nous reconnoîtrons que l'alcali minéral ou marin, qui est le seul sel alcali naturel, et qui est universellement répandu, est aussi le seul avec lequel l'acide vitriolique se soit naturellement combiné sous la forme d'un sel cristallisé, auquel on a donné le nom du chimiste *Glauber*. On trouve ce sel dans l'eau de la mer, et généralement dans toutes les eaux qui tiennent du sel gemme ou marin en dissolution; mais la Nature n'en a formé qu'une très-petite quantité en comparaison de celle du sel gemme ou marin, qui diffère de ce sel de Glauber en ce que ce n'est pas l'acide vitriolique, mais l'acide marin

qui est uni avec l'alcali dans le sel marin, qui, de tous les sels naturels, est le plus abondant.

Lorsque l'on combine l'acide vitriolique avec l'alcali végétal, il en résulte un sel cristallisable, d'une saveur amère et salée, auquel on a donné plusieurs noms différens, et singulièrement celui de *tartre vitriolé*. Ce sel, qui est dur et qui décrépite au feu, ne se dissout que difficilement dans l'eau, et ne se trouve pas cristallisé par la Nature, quoique tous les sels formés par l'acide vitriolique puissent se cristalliser.

L'acide vitriolique qui se combine dans les terres vitreuses, calcaires et métalliques, et se présente sous la forme d'alun, de sélénite et de vitriol, se trouve encore combiné dans le sel d'Epsom avec la *magnésie*, qui est une terre particulière différente de l'argile, et qui paroît avoir aussi quelques propriétés qui la distinguent de la terre calcaire. En la supposant mixte et composée des deux, elle approche beaucoup plus de la craie que de l'argile. Cette terre *magnésie* ne se trouve point en grandes masses comme les argiles, les craies, les plâtres, etc.; néanmoins elle est mêlée dans plusieurs matières vitreuses et calcaires : on l'a reconnue par l'analyse chimique dans les schistes bitumineux, dans les terres plâtreuses, dans les marnes, dans les pierres appelées *serpentines*, dans l'*ampelite*; et l'on a observé qu'elle forme à la surface et dans les interstices de ces matières un sel amer fort abondant. L'acide vitriolique est combiné dans ce sel jusqu'à saturation; et lorsqu'on l'en retire en lui offrant un alcali, la magnésie qui lui servoit de base se présente sous la forme d'une terre blanche, légère, sans saveur, et presque sans ductilité lorsqu'on la mêle avec l'eau. Ces propriétés lui sont communes avec les pierres calcaires imprégnées d'acide vitriolique, dont sans doute la magnésie retient encore quelques parties après avoir été précipitée de la dissolution de son sel; elle se rapproche encore plus de la nature de la terre calcaire, en ce qu'elle fait une grande effervescence avec tous les acides, et qu'elle fournit de même une très-grande quantité d'air fixe ou d'acide aérien, et qu'après avoir perdu cet air par la calcination, elle se dissout comme la chaux dans tous les acides : seulement cette magnésie calcinée n'a pas la causticité de la chaux, et ne se dissout pas de même lorsqu'on la mêle avec l'eau ; ce qui la rapproche de la nature du plâtre. Cette différence de la chaux vive et de la magnésie calcinée semble provenir de la plus grande puissance avec laquelle la chaux retient l'acide aérien, que la calcination n'enlève qu'en partie à la terre calcaire, et qu'elle enlève en plus grande quantité de la magnésie. Cette terre n'est donc au

fond qu'une terre calcaire, qui, d'abord imprégnée, comme le plâtre, d'acide vitriolique, se trouve encore plus abondamment fournie d'acide aérien que la pierre calcaire ou le plâtre; et ce dernier acide est la seule cause de la différence des propriétés de la magnésie et des qualités particulières de son sel : il se forme en grande quantité à la surface des matières qui contiennent de la magnésie; l'eau des pluies ou des sources le dissout et l'emporte dans les eaux dont on le tire par l'évaporation; et ce sel formé de l'acide vitriolique à base de magnésie, a pris son nom de la fontaine d'*Epsom* en Angleterre, de l'eau de laquelle on le tire en grande quantité. M. Brownrigg assure avoir trouvé du sel d'Epsom cristallisé dans les mines de charbon de Whitehaven; il étoit en petites masses solides, transparentes, et en filamens blancs argentins, tantôt réunis, tantôt isolés, dont quelques-uns avoient jusqu'à trois pouces de longueur.

La saveur de ce sel n'est pas piquante; elle est même fraîche, mais suivie d'un arrière-goût amer; sa qualité n'est point astringente : il est donc en tout très-différent de l'alun; et comme il diffère aussi de la sélénite par sa saveur et par sa solubilité dans l'eau, on a jugé que la magnésie qui lui sert de base étoit une terre entièrement différente de l'argile et de la craie, d'autant que cette même magnésie combinée avec d'autres acides, tels que l'acide nitreux ou celui du vinaigre, donne encore des sels différens de ceux que l'argile, ou la terre calcaire, donne en les combinant avec ces mêmes acides. Mais si l'on compare ces différences avec les rapports et les ressemblances que nous venons d'indiquer entre la terre calcaire et la magnésie, on ne pourra douter, ce me semble, qu'elle ne soit au fond une vraie terre calcaire, d'abord pénétrée d'acide vitriolique, et ensuite modifiée par l'acide aérien, et peut-être aussi par l'alcali végétal, dont elle paroît avoir plusieurs propriétés.

La seule chose qui pourroit faire penser que cette magnésie est mêlée d'une petite quantité d'argile, c'est que, dans les matières argileuses, elle est si fortement unie à la terre alumineuse, qu'on a de la peine à l'en séparer; mais cet effet prouve seulement que la terre de l'alun n'est pas une argile pure, et qu'elle contient une certaine quantité de terre alcaline. Ainsi, tout considéré, je regarde la magnésie comme une sorte de plâtre; ces deux matières sont également imprégnées d'acide vitriolique, elles ont les mêmes propriétés essentielles : et quoique la magnésie ne se présente pas en grandes masses comme le plâtre, elle est peut-être en aussi grande quantité sur la terre et dans l'eau; car on en retire des cendres de tous les végétaux, et plus abondamment des *eaux-*

mères, du nitre et du sel marin : autre preuve que ce n'est au fond qu'une terre calcaire modifiée par la végétation et la putréfaction.

L'acide vitriolique, en se combinant avec les huiles végétales, a formé les bitumes et s'est pleinement saturé ; car il n'a plus aucune action sur le bitume, qui n'a pas plus de saveur sensible que l'argile et le plâtre, dans lesquels cet acide est de même pleinement saturé.

Si l'on expose à l'action de l'acide vitriolique les substances végétales et animales dans leur état naturel, « il agit à peu près « comme le feu ; s'il est bien concentré, il les dessèche, les crispe « et les réduit presque à l'état charbonneux ; et de là on peut juger « qu'il en altère souvent les principes en même temps qu'il les « sépare. » Ceci prouve bien que cet acide n'est pas uniquement composé des principes aqueux et terreux, comme Stahl et ses disciples l'ont prétendu, mais qu'il contient aussi une grande quantité d'air actif et de feu réel. Je crois devoir insister ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet, parce que le plus grand nombre des chimistes pensent que l'acide vitriolique est l'acide primitif, et que, pour le prouver, ils ont tâché d'y ramener ou d'en rapprocher tous les autres acides. Or, leur grand maître en chimie a voulu établir sa théorie des sels sur deux idées, dont l'une est générale, l'autre particulière : la première, *que l'acide vitriolique est l'acide universel et le seul principe salin qu'il y ait dans la Nature, et que toutes les autres substances salines, acides ou alcalines, ne sont que des modifications de cet acide altéré, enveloppé, déguisé par des substances accessoires.* Nous n'avons pas adopté cette idée, qui néanmoins a le mérite de se rapprocher de la simplicité de la Nature. L'acide vitriolique sera, si l'on veut, le second acide ; mais l'acide aérien est le premier, non-seulement dans l'ordre de leur formation, mais encore parce qu'il est le plus pur et le plus simple de tous, n'étant composé que d'air et de feu, tandis que l'acide vitriolique et tous les autres acides sont mêlés de terre et d'eau. Nous nous croyons donc fondés à regarder l'acide aérien comme l'acide primitif, et nous pensons qu'il faut substituer cette idée à celle de ce grand chimiste, qui le premier a senti qu'on devoit ramener tous les acides à un seul acide primitif et universel. Mais sa seconde supposition, *que cet acide universel n'est composé que de terre et d'eau,* ne peut se soutenir, non-seulement parce que les effets ne s'accordent point avec la cause supposée, mais encore parce que cette idée particulière et secondaire me paroît opposée et même contraire à toute théorie, puisqu'alors l'air et le

feu, les deux principaux agens de la Nature, seroient exclus de toute substance essentiellement saline et réellement active, attendu que toutes ne contiendroient que ce même principe salin, uniquement composé de terre et d'eau.

Dans la réalité, l'acide est, après le feu, l'agent le plus actif de la Nature; et c'est par le feu et par l'air contenus dans sa substance qu'il est actif, et qu'il le devient encore plus lorsqu'il est aidé de la chaleur, ou lorsqu'il se trouve combiné avec des substances qui contiennent elles-mêmes beaucoup d'air et de feu, comme dans le nitre : il devient, au contraire, d'autant plus foible qu'il est mêlé d'une plus grande quantité d'eau, comme dans les cristaux d'alun, la crème de tartre, les sels ou les sucs des plantes fermentées ou non fermentées, etc.

Les chimistes ont avec raison distingué les substances salines par elles-mêmes des matières qui ne sont salines que par le mélange des principes salins avec d'autres substances. « Tous les « acides et alcalis minéraux, végétaux et animaux, tant fixes « que volatils, *fluors* ou concrets, doivent, dit M. Macquer, être « regardés comme des substances salines par elles-mêmes; il y a « même quelques autres substances qui n'ont point de propriétés « acides ou alcalines décidées, mais qui, ayant celles des sels en « général, et pouvant communiquer les propriétés salines aux « composés dans lesquels elles entrent, peuvent par cette raison « être regardées comme des substances essentiellement salines : « tels sont l'ar enic et le sel sédatif... Toutes ces substances, quoi- « que essentiellement salines, diffèrent beaucoup entre elles, sur- « tout par les degrés de force et d'activité, et par leur attraction « plus ou moins grande avec les matières dans lesquelles elles « peuvent se combiner; comparez, par exemple, la force de l'a- « cide vitriolique avec la foiblesse de l'acide du tartre..... Les « acides minéraux sont plus forts que les acides tirés des végétaux « et des animaux; et parmi les acides minéraux l'acide vitrio- « lique est le plus fort, le plus inaltérable, et par conséquent le « plus pur, le plus simple, le plus sensiblement et essentiellement « sel..... Parmi les autres substances salines, celles qui paroissent « les plus actives, les plus simples, telles que les *autres acides* « *minéraux, nitreux et marins*, sont en même temps celles dont « les propriétés *se rapprochent le plus de celles de l'acide vitrio-* « *lique*. On peut faire prendre à l'acide vitriolique plusieurs des « propriétés caractéristiques de l'acide nitreux, en le combinant « d'une certaine manière avec le principe inflammable, comme « on le voit par l'exemple de l'acide sulfureux volatil : les acides

« huileux végétaux deviennent d'autant plus forts et plus *sem-*
« *blables à l'acide vitriolique*, qu'on les dépouille plus exacte-
« ment de leurs principes huileux; et peut-être parviendroit-on
« *à les réduire en acide vitriolique pur* en multipliant les opéra-
« tions; et réciproquement l'acide vitriolique et le nitreux, affoi-
« blis par l'eau et traités avec une grande quantité de matières
« huileuses, et encore mieux avec l'esprit-de-vin, prennent des
« caractères d'acides végétaux... Les propriétés des alcalis fixes
« semblent, à la vérité, s'éloigner beaucoup de celles des acides
« en général, et par conséquent de l'acide vitriolique : cependant,
« comme il entre dans la composition des alcalis fixes une grande
« quantité de terre, qu'on peut séparer beaucoup de cette terre
« par des distillations et calcinations réitérées, et qu'à mesure
« qu'on dépouille ces substances salines de leur principe terreux,
« elles deviennent d'autant moins fixes et d'autant plus déliques-
« centes, en un mot, qu'elles *se rapprochent d'autant plus de*
« *l'acide vitriolique* à cet égard, il ne paroîtra pas hors de vrai-
« semblance que les *alcalis ne puissent devoir leurs propriétés sa-*
« *lines à un principe salin de la nature de l'acide vitriolique*,
« mais beaucoup déguisé par la quantité de terre, et vraisembla-
« blement des principes inflammables auxquels il est joint dans
« ces combinaisons; et les alcalis volatils sont des matières salines
« essentiellement de même nature que l'alcali fixe, et qui ne
« doivent leur volatilité qu'à une différente proportion et com-
« binaison de leurs principes prochains. »

J'ai cru devoir rapporter tous ces faits, avoués par les chimistes, et tels qu'ils sont consignés dans les ouvrages d'un des plus savans et des plus circonspects d'entre eux, pour qu'on ne puisse plus douter de l'unité du principe salin; qu'on cesse de voir les acides nitreux et marin, et les acides végétaux et animaux, comme essentiellement différens de l'acide vitriolique, et qu'enfin on s'habitue à ne pas regarder les alcalis comme des substances salines d'une nature opposée et même contraire à celle des acides : c'étoit l'opinion dominante depuis plus d'un siècle, parce qu'on ne jugeoit de l'acide et de l'alcali qu'en les opposant l'un à l'autre, et qu'au lieu de chercher ce qu'ils ont de commun et de semblable, on ne s'attachoit qu'à la différence que présentent leurs effets, sans faire attention que ces mêmes effets dépendent moins de leurs propriétés salines que de la quantité des substances accessoires dont ils sont mélangés, et dans lesquelles le principe salin ne peut se manifester sous la même forme, ni s'exercer avec la même force et

de la même manière que dans l'acide, où il n'est ni contraint ni masqué.

Et cette conversion des acides et des alcalis qui, dans l'opinion de Stahl, peuvent tous se ramener à l'acide vitriolique, est supposée réciproque; en sorte que cet acide peut devenir lui-même un alcali ou un autre acide: mais tous, sous quelque forme qu'ils se présentent, proviennent originairement de l'acide aérien.

Reprenant donc le principe salin dans son essence et sous sa forme la plus pure, c'est-à-dire, sous celle de l'acide aérien, et le suivant dans ses combinaisons, nous trouverons qu'en se mêlant avec l'eau, il en a formé des liqueurs spiritueuses; toutes les eaux aciduleuses et mousseuses, le vin, le cidre, la bière, ne doivent leurs qualités qu'au mélange de cet acide aérien qu'ils contiennent sous la forme d'air fixe : nous verrons qu'étant ensuite absorbé par ces mêmes matières, il leur donne l'aigreur du vinaigre, du tartre, etc.; qu'étant entré dans la substance des végétaux et des animaux, il a formé l'acide animal et tous les alcalis par le travail de l'organisation. Cet acide primitif s'étant d'abord combiné avec la terre vitrifiée, a formé l'acide vitriolique, lequel a produit avec les substances métalliques, les vitriols de fer, de cuivre et de zinc; avec l'argile et la terre calcaire, l'alun et la sélénite; le sel de Glauber avec l'alcali minéral, et le sel d'*Epsom* ou de *Sedlitz* avec la magnésie.

Ce sont là les principales combinaisons sous lesquelles se présente l'acide vitriolique; car nulle part on ne le trouve dans son état de pureté et sous sa forme liquide; et cela par la raison que, ayant une très-grande tendance à s'unir avec le feu libre, avec l'eau et avec la plupart des substances terreuses et métalliques, il s'en saisit partout, et ne demeure nulle part sous cette forme liquide que nous lui connoissons lorsqu'il est séparé, par notre art, de toutes les substances auxquelles il est naturellement uni. Cet acide, bien déflegmé et concentré, pèse spécifiquement plus du double de l'eau, et par conséquent beaucoup plus que la terre commune; et comme sa fluidité diminue à mesure qu'on le concentre, on doit croire que si l'on pouvoit l'amener à un état concret et solide, il auroit plus de densité que les pierres calcaires et les grès [1] : mais comme il a une très-grande affinité avec l'eau, et que même il attire l'humidité de l'air, il n'est pas étonnant que,

[1] En supposant que l'eau distillée pèse dix mille, le grès des tailleurs de pierre ne pèse que vingt mille huit cent cinquante-cinq : ainsi l'acide vitriolique bien concentré pesant plus du double de l'eau, pèse au moins autant que le grès.

ne pouvant être condensé que par une forte chaleur, il ne se trouve jamais sous une forme sèche et solide dans le sein de la terre.

Dans les eaux qui découlent des collines calcaires, et qui se rassemblent sur la glaise qui leur sert de base, l'acide vitriolique de la glaise se trouve combiné avec la terre calcaire : ces eaux contiennent donc de la sélénite en plus ou moins grande quantité; et c'est de là que vient la crudité de presque toutes les eaux de puits; la sélénite dont elles sont imprégnées leur donne une sorte de sécheresse dure qui les empêche de se mêler au savon, et de pénétrer les pois et autres graines que l'on veut faire cuire. Si l'eau a filtré profondément dans l'épaisseur de la glaise, la saveur de l'acide vitriolique y devient plus sensible; et dans les lieux qui recèlent des feux souterrains, ces eaux deviennent sulfureuses par leur mélange avec l'acide sulfureux volatil, etc.

L'acide aérien et primitif, en se combinant avec la terre calcaire, a produit l'acide marin, qui est moins fixe et moins puissant que le vitriolique, et auquel cet acide aérien a communiqué une partie de sa volatilité. Nous exposerons les propriétés particulières de cet acide dans les articles suivans.

ACIDES DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX.

La formation des acides végétaux et animaux par l'acide aérien est encore plus immédiate et plus directe que celle des acides minéraux, parce que cet acide primitif a pénétré tous les corps organisés, et qu'il y réside sous sa forme propre et en grande quantité.

Si l'on vouloit compter les acides végétaux par la différence de leur saveur, il y en auroit autant que de plantes et de fruits, dont le goût agréable ou répugnant est varié presque à l'infini : ces végétaux plus ou moins fermentés présenteroient encore d'autres acides plus développés et plus actifs que les premiers; mais tous proviennent également de l'acide aérien.

Les acides végétaux que les chimistes ont le mieux examinés, sont ceux du vinaigre et du tartre, et ils n'ont fait que peu d'attention aux acides des végétaux non fermentés. Tous les vins, et en particulier celui du raisin, se font par une première fermentation de la liqueur des fruits, et cette première fermentation leur ôte la saveur sucrée qu'ils ont naturellement; ces liqueurs vineuses exposées à l'air, c'est-à-dire, à l'action de l'acide aérien,

l'absorbent et s'aigrissent : l'acide primitif est donc également la cause de ces deux fermentations ; il se dégage dans la première, et se laisse absorber dans la seconde. Le vinaigre n'est formé que par l'union de cet acide aérien avec le vin, et il conserve seulement une petite quantité d'huile inflammable ou d'esprit-de-vin qui le rend spiritueux ; aussi s'évapore-t-il à l'air, et il n'en attire pas l'humidité comme les acides minéraux : d'ailleurs il est mêlé, comme le vin, de beaucoup d'eau, et le moyen le plus sûr et le plus facile de concentrer le vinaigre, est de l'exposer à une forte gelée ; l'eau qu'il contient se glace, et ce qui reste est un vinaigre très-fort, dans lequel l'acide est concentré : mais il faut s'attendre à ne tirer que cinq pour cent d'un vinaigre qu'on fait ainsi geler, et ce vinaigre concentré par la gelée est plus sujet à s'altérer que l'autre, parce que le froid qui lui a enlevé toute son eau ne lui a rien fait perdre de son huile ; il faut donc l'en dégager par la distillation pour l'obtenir et le conserver dans son état de pureté et de plus grande force. Cependant la pureté de cet acide n'est jamais absolue ; quelque épuré qu'il soit, il retient toujours une certaine quantité d'huile éthérée qui ne peut que l'affoiblir ; il n'a aucune action directe sur les matières vitreuses, et cependant il agit comme l'acide aérien sur les substances calcaires et métalliques ; il convertit le fer en rouille, le cuivre en vert-de-gris, etc. ; il dissout avec effervescence les terres calcaires, et forme avec elles un sel très-amer, qui s'effleurit à l'air. Il agit de même sur les alcalis : c'est par son union avec l'alcali végétal que se fait la *terre foliée* de tartre, qui est employée en médecine comme un puissant apéritif. On distingue dans la saveur de cette terre le goût du vinaigre et celui de l'alcali fixe dont elle est chargée, et elle attire, comme l'alcali, l'humidité de l'air : on peut aisement en dégager l'acide du vinaigre, en offrant à son alcali un acide plus puissant.

Le vinaigre dissout avec effervescence l'alcali fixe minéral et l'alcali volatil ; cet acide forme avec le premier un sel dont les cristaux et les qualités sont à peu près les mêmes que celles de la terre foliée du tartre, et il produit avec l'alcali volatil un sel ammoniacal qui attire puissamment l'humidité de l'air. Enfin l'acide du vinaigre peut dissoudre toutes les substances animales et végétales. M. Gellert assure que cet acide, aidé d'une chaleur long-temps continuée, réduit en bouillie les bois les plus durs, ainsi que les cornes et les os des animaux.

Les substances qui sont susceptibles de fermentation contiennent du tartre tout formé, avant même d'avoir fermenté ; il se trouve en

grande quantité dans tous les sucs du raisin et des autres fruits sucrés : ainsi l'on doit regarder le tartre comme un produit immédiat de la végétation, qui ne souffre point d'altération par la fermentation, puisqu'il se présente sous sa même forme dans les résidus du vin et du vinaigre après la distillation.

Le tartre est donc un dépôt salin qui se sépare peu à peu des liqueurs vineuses, et prend une forme concrète et presque *pierreuse*, dans laquelle on distingue néanmoins quelques parties cristallisées : la saveur du tartre, quoiqu'acide, est encore sensiblement *vineuse;* les chimistes ont donné le nom de *crème de tartre* au sel cristallisé que l'on en tire, et ce sel n'est pas simple ; il est combiné avec l'alcali végétal. L'acide contenu dans ce sel de tartre se sépare de sa base par la seule action du feu ; il s'élève en grande quantité et sous sa forme propre d'acide aérien, et la matière qui reste après cette séparation, est une terre alcaline qui a les mêmes propriétés que l'alcali fixe végétal : la preuve évidente que l'acide aérien est le principe salin de l'acide du tartre, c'est qu'en essayant de le recueillir, il fait explosion et brise les vaisseaux.

Le sel de tartre n'attaque pas les matières vitreuses, et néanmoins il se combine et forme un sel avec la terre de l'alun : autre preuve que cette terre qui sert de base à l'alun, n'est pas une terre vitreuse pure, mais mélangée de parties alcalines, calcaires, ou limoneuses ; car l'acide du tartre agit avec une grande puissance sur les substances calcaires, et il s'unit avec effervescence à l'alcali fixe végétal ; ils forment ensemble un sel auquel les chimistes ont donné le nom de *sel vegétal.* Il s'unit de même et fait effervescence avec l'alcali minéral, et ils donnent ensemble un autre sel connu sous le nom de *sel de Seignette ;* ces deux sels sont au fond de la même essence, et ne diffèrent pas plus l'un de l'autre que l'alcali végétal ne diffère de l'alcali minéral, qui, comme nous l'avons dit, sont essentiellement les mêmes. Nous ne suivrons pas plus loin les combinaisons de la crème de tartre, et nous observerons seulement qu'elle n'agit point du tout sur les huiles.

Au reste, le sel du tartre est l'un des moins solubles dans l'eau ; il faut qu'elle soit bouillante, et en quantité vingt fois plus grande que celle du sel, pour qu'elle puisse le dissoudre.

Les vins rouges donnent du tartre plus ou moins rouge, et les vins blancs du tartre grisâtre, et plus ou moins blanc ; leur saveur est à peu près la même et d'un goût aigrelet plutôt qu'acide.

Le sucre, dont la saveur est si agréable, est néanmoins un sel essentiel que l'on peut tirer en plus ou moins grande quantité de plusieurs végétaux : il est l'un des plus dissolubles dans l'eau ; et

lorsqu'on le fait cristalliser avec précaution, il donne de beaux cristaux : c'est ce sucre purifié que nous appelons *sucre candi*. Le principe acide de ce sel est encore évidemment l'acide aérien ; car le sucre étant dissous dans l'eau pure, fermente ; et cet acide s'en dégage en partie par une évaporation spiritueuse : le reste demeure fortement uni avec l'huile et la terre mucilagineuse, qui donnent à ce sel sa saveur douce et agréable. M. Bergman a obtenu un acide très-puissant en combinant le sucre avec une grande quantité d'acide nitreux : mais cet acide composé ne doit point être regardé comme l'acide principe du sucre, puisqu'il est formé par le moyen d'un autre acide qui en est très-différent ; et quoique les propriétés de l'acide nitreux et de cet acide saccharin ne soient pas les mêmes, on ne doit pas en conclure, avec ce savant chimiste, que ce même acide saccharin n'ait rien emprunté de l'acide nitreux qu'on est obligé d'employer pour le former.

Les propriétés les mieux constatées et les plus évidentes des acides animaux, sont les mêmes que celles des acides végétaux, et démontrent suffisamment que le principe salin est le même dans les uns et les autres ; c'est également l'acide aérien, différemment modifié par la végétation ou par l'organisation animale, d'autant que l'on retire cet acide de plusieurs plantes aussi bien que des animaux. Les fourmis et la moutarde fournissent le même acide et en grande quantité. Cet acide est certainement aérien, car il est très-volatil ; et si l'on met en distillation une masse de fourmis fraîches et qui n'aura pas eu le temps de fermenter, une grande partie de l'acide animal s'en dégage et se volatilise sous sa propre forme d'air fixe ou d'acide aérien ; et cet acide recueilli et séparé de l'eau avec laquelle il a passé dans la distillation, a les mêmes propriétés à peu près que l'acide du vinaigre : il se combine de même avec les alcalis fixes, et forme des sels qui, par l'odeur urineuse, decèlent leur origine animale.

Les chimistes récens ont donné le nom d'*acide phosphorique* à l'acide qu'ils ont tiré, non-seulement de l'urine et des excrémens, mais même des os et des autres parties solides des animaux : mais il en est à peu près de cet acide phosphorique des os comme de l'acide du sucre, parce qu'on ne peut obtenir le premier que par le moyen de l'acide vitriolique, et le second par celui de l'acide nitreux ; ce qui produit des acides composés, qui ne sont plus les vrais acides du sucre et des os, lesquels considérés en eux-mêmes et dans leur simplicité se réduiront également à la forme d'acide aérien ; et s'il est vrai, comme le dit M. Proust, qu'on ait trouvé

de l'acide phosphorique dans des mines de plomb blanches, on ne pourra guère douter qu'il ne puisse tirer en partie son origine de l'acide vitriolique.

Un de nos habiles chimistes [1] s'est attaché à prouver par plusieurs expériences, contre les assertions d'un autre habile chimiste, que l'acide phosphorique est tout formé dans les animaux, et qu'il n'est point le produit de feu ou de la fermentation. Cela se peut, et je serois même très-porté à le croire, pourvu que l'on convienne que cet acide phosphorique tout formé dans les animaux ou dans les excrémens, n'est pas absolument le même que celui qu'on en tire en employant l'acide vitriolique, dont la combinaison ne peut que l'altérer et l'éloigner d'autant plus de sa forme originelle d'acide aérien, que le travail de l'organisation suffit pour le convertir en acide phosphorique, tel qu'on le retire de l'urine, sans le secours de l'acide vitriolique ni d'aucun autre acide.

ALCALIS ET LEURS COMBINAISONS.

De la même manière qu'on doit réduire tous les acides au seul acide aérien, on peut aussi lui ramener les alcalis, en les réduisant tous à l'alcali minéral ou marin; c'est même le seul sel que la Nature nous présente dans un état libre et non *neutralisé :* on connoît cet alcali sous le nom de *natron;* il se forme contre les murs des édifices, ou sur la terre et les eaux dans les climats

[1] M. Brongniart, démonstrateur en chimie aux écoles du Jardin du Roi. Il a fait sur ce sujet un grand nombre d'expériences par lesquelles il a reconnu que l'acide phosphorique est produit par une modification de l'acide aérien, qui s'en dégage en quantité considérable, dans la décomposition de l'acide phosphorique, et même dans sa concentration. Si on fait brûler du phosphore en vaisseaux clos, on obtient une très-grande quantité d'air fixe ou acide aérien, et en même temps l'acide phosphorique coule le long des parois des récipiens; ce même acide, soumis ensuite à l'action du feu dans une cornue de verre, donne des vapeurs abondantes et presque incoercibles. Si, au lieu de faire brûler ainsi le phosphore, on l'expose seulement à l'action de l'air dans une atmosphère tempérée et humide, le phosphore se décompose en brûlant presque insensiblement; il donne une flamme très-légère, et laisse échapper une très-grande quantité d'air fixe : on peut s'en convaincre en imbibant un linge d'une solution alcaline caustique; au bout d'un certain laps de temps, l'alcali est saturé d'acide aérien et cristallisé très-parfaitement. Ces expériences prouvent, d'une manière convaincante, que l'acide phosphorique est le résultat d'une modification particulière de l'acide aérien, qui ne peut avoir lieu qu'au moyen de la végétation et de l'animalisation.

chauds. On m'en a envoyé de Suez des morceaux assez gros et assez purs; cependant il est ordinairement mêlé de terre calcaire [1]. Ce sel, auquel on a donné le nom d'*alcali minéral*, pourroit, comme le nitre, être placé dans le règne végétal, puisqu'il est de la même nature que l'alcali qu'on tire de plusieurs plantes qui croissent dans les terres voisines de la mer, et que d'ailleurs il paroît se former par le concours de l'acide aérien, et à peu près comme le salpêtre; mais celui-ci ne se présente nulle part en masses ni même en morceaux solides, au lieu que le natron, soit qu'il se forme sur la terre ou sur l'eau, devient compacte et même assez solide.

Les anciens ont parlé du natron sous le nom de *nitre* : sur quoi le P. Hardouin se trompe, lorsqu'il dit que le *nitrum* de Pline est *exactement la même chose que notre salpêtre*; car il est clair que Pline, sous le nom de *nitre*, parle du natron, qui se forme, dit-il, dans l'eau de certains lacs d'Egypte, vers *Memphis* et *Naucratis*, et qui a la propriété qu'il lui attribue de conserver les corps; à sa causticité, augmentée par la falsification qu'en faisoient dès-lors les Egyptiens en y mêlant de la chaux, on le reconnoît évidemment pour l'alcali minéral ou natron, bien différent du vrai nitre ou salpêtre.

On emploie le natron dans le Levant aux mêmes usages que nous employons la *soude*, et ces deux alcalis sont en effet de même nature. Nous tirions autrefois du natron d'Alexandrie, où s'en fait le commerce; et si ce sel alcalin étoit moins cher que le sel de soude, auquel il peut suppléer, et que nous tirons aussi de l'étranger, il ne faudroit pas abandonner ce commerce qui paroît languir.

La plupart des propriétés de cet alcali minéral sont les mêmes que celles de l'alcali fixe végétal, et ils ne diffèrent entre eux que par quelques effets, qu'on peut attribuer à l'union plus intime de la base terreuse dans l'alcali minéral que dans l'alcali végétal; mais tous deux sont essentiellement de la même nature.

C'est de la cendre des plantes qui contiennent du sel marin que l'on obtient l'alcali fixe végétal en grande quantité; et quoique

---

[1] Le natron qui nous vient d'Égypte se tire de deux lacs, l'un voisin du Caire, et l'autre à quelque distance d'Alexandrie; ces lacs sont secs pendant neuf mois de l'année, et se remplissent en hiver d'une eau qui découle des éminences voisines : cette eau saline n'est pas limpide, mais trouble et rougeâtre; les premières chaleurs du printemps la font évaporer, et le natron se forme sur le sol du lac, d'où on le tire en morceaux solides et grisâtres, qui deviennent plus blancs en les exposant à l'air pour les laisser s'égoutter. On a donné le nom de *sel mural* au natron qui se forme contre les vieux murs : il est ordinairement mêlé d'une grande quantité de substance calcaire, et dans cet état il est neutralisé.

tiré des végétaux, il est le même que l'alcali minéral ou marin; la différence de leurs effets n'est bien sensible que sur les acides végétaux et sur les huiles, dont ils font des sels de différentes sortes, et des savons plus ou moins fermes.

On obtient donc par la combustion et l'incinération des plantes qui croissent près de la mer, et qui par conséquent sont imprégnées de sel marin; on obtient, dis-je, en grande quantité l'alcali minéral ou marin, qui porte le nom de *soude*, et qu'on emploie dans plusieurs arts et métiers.

On distingue dans le commerce deux sortes de soudes : la première qui provient de la combustion des kalis et autres plantes terrestres qui croissent dans les climats chauds et dans les terres voisines de la mer; la seconde qu'on se procure de même par la combustion et la réduction en cendres des *fucus*, des *algues*, et des autres plantes qui croissent dans la mer même; et néanmoins la première soude contient beaucoup plus d'alcali marin que la seconde; et ce sel alcali est, comme nous l'avons dit, le même que le natron. Ainsi la Nature sait former ce sel encore mieux que l'art : car nos soudes ne sont jamais pures; elles sont toujours mêlées de plusieurs autres sels, et surtout de sel marin; souvent elles contiennent aussi des parties ferrugineuses et d'autres matières terreuses qui ne sont point salines.

C'est par son alcali fixe que la soude produit tous ses effets : ce sel sert de fondant dans les verreries, et de détergent dans les blanchisseries : avec les huiles, il forme les savons, etc. Au reste, on peut employer la soude telle qu'elle est, sans en tirer le sel, si l'on ne veut faire que du verre commun; mais il la faut épurer pour faire des verres blancs et des glaces. Le sel marin, dont l'alcali de la soude est presque toujours mêlé, ne nuit point à la vitrification, parce qu'il est très-fusible, et qu'il ne peut que faciliter la fusion des sables vitreux, et entraîner les impuretés dont ils peuvent être souillés. Le *fiel du verre*, qui s'élève au-dessus du verre fondu, n'est qu'un mélange de ces impuretés et des sels.

L'alcali fixe végétal ou minéral doit également sa formation au travail de la Nature dans la végétation; car on le peut tirer également de tous les végétaux, dans lesquels il est seulement en plus ou moins grande quantité. Ce sel végétal, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'une poudre blanche, mais non cristallisée; sa saveur est si violente et si caustique, qu'il brûleroit et cautériseroit la langue si on le goûtoit sans le délayer auparavant dans une grande quantité d'eau : il attire l'humidité de l'air en si grande abondance, qu'il se résout en eau. Cet alcali qu'on appelle

fixe, ne l'est néanmoins qu'à un feu très-modéré, car il se volatilise à un feu violent; et cela prouve assez que la chaleur peut le convertir en alcali volatil, et que tous deux sont au fond de la même essence. L'alcali fixe a plus de puissance que les autres sels pour vitrifier les substances terreuses ou métalliques: il les fait fondre et les convertit presque toutes en verre solide et transparent.

Les cendres de nos foyers contiennent de l'alcali fixe végétal; et c'est par ce sel qu'elles nettoient et détergent le linge par la lessive. Cet alcali que fournissent les cendres des végétaux, est fort impur; cependant on en fait beaucoup dans les pays où le bois est abondant: on le connoît dans les arts sous le nom de *potasse;* et quoiqu'impur, il est d'un grand usage dans les verreries, dans la teinture, et dans la fabrication du salpêtre.

C'est sans fondement qu'un de nos chimistes a prétendu que le tartre ne contient point d'alcali: cette opinion a été bien réfutée par M. Bernard. L'alcali fixe se trouve tout formé dans les végétaux; et le tartre, qui n'est qu'un de leurs résidus, ne peut manquer d'en contenir; et d'ailleurs la lie de vin brûlée et réduite en cendres fournit une grande quantité d'alcali aussi bon et même plus pur que celui de la soude.

C'est par la combinaison de l'acide marin avec l'alcali minéral que s'est formé le sel marin ou sel commun, dont nous faisons un si grand usage. Il se trouve non-seulement dissous dans l'eau de toutes les mers et de plusieurs fontaines, mais il se présente encore en masses solides et en très-grands amas dans le sein de la terre; et quoique l'acide de ce sel, c'est-à-dire, l'acide marin, provienne originairement de l'acide aérien, comme tous les autres acides, il a des propriétés particulières qui l'en distinguent; il est plus foible que les acides vitriolique et nitreux, et on l'a regardé comme le troisième dans l'ordre des acides minéraux. Cette distinction est fondée sur la différence de leurs effets: l'acide marin est moins puissant, moins actif, que les deux premiers, parce qu'il contient moins d'air et de feu, et d'ailleurs il acquiert des propriétés particulières par son union avec l'alcali; et s'il étoit possible de le dépouiller et de le séparer en entier de cette base alcaline, peut-être reprendroit-il les qualités de l'acide vitriolique ou de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, est l'acide primitif, dont la forme ne varie que par les différentes combinaisons qu'il subit ou qu'il a subies en s'unissant à d'autres substances.

L'acide marin diffère de l'acide vitriolique en ce qu'il est plus léger, plus volatil, qu'il a de l'odeur, de la couleur, et qu'il produit des vapeurs. Toutes ces qualités semblent indiquer qu'il con-

tient une bonne quantité d'acide aérien provenant du détriment des corps organisés. Il diffère de l'acide nitreux par sa couleur qui est d'un jaune mêlé de rouge, par ses vapeurs qui sont blanches, par son odeur qui tire sur celle du safran, et parce qu'il a moins d'affinité avec les terres absorbantes et les sels alcalis. Enfin cet acide marin n'est pas susceptible d'un aussi grand degré de concentration que les acides vitriolique et nitreux, à cause de sa volatilité, qui est beaucoup plus grande.

Au reste, comme l'alcali minéral ou marin et l'alcali fixe végétal sont de la même nature, et qu'ils sont presque universellement répandus, on ne peut guère douter que l'alcali ne se soit formé, dès les premiers temps après la naissance des végétaux, par la combinaison de l'acide primitif aérien avec les détrimens des substances animales et végétales. Il en est de même de l'acide marin, qui se trouve combiné dans des matières de toute espèce; car, indépendamment du sel commun dont il fait l'essence avec l'alcali minéral, il se combine aussi avec les alcalis végétaux et animaux fixes ou volatils, et il se trouve dans les substances calcaires, dans les matières nitreuses, et même dans quelques substances métalliques, comme dans la mine d'argent *cornée;* enfin il forme le sel ammoniac lorsqu'il s'unit avec l'alcali volatil par sublimation dans le feu des volcans.

L'alcali minéral et l'alcali végétal, qui sont au fond les mêmes, sont aussi tous deux fixes : le premier se trouve presque pur dans le natron, et le second se tire plus abondamment des cendres du tartre que de toute autre matière végétale. On leur donne la dénomination d'*alcalis caustiques*, lorsqu'ils prennent en effet une plus grande causticité par l'addition de l'acide aérien contenu dans les chaux terreuses ou métalliques : par cette union ces alcalis commencent à se rapprocher de la nature de l'acide. L'alcali volatil appartient plus aux animaux qu'aux végétaux; et lorsqu'il est de même imprégné de l'acide aérien, il ne peut plus se cristalliser, ni même prendre une forme solide; et dans cet état on l'a nommé *alcali fluor*.

L'acide phosphorique paroît être l'acide le plus actif qu'on puisse tirer des animaux. Si l'on combine cet acide des animaux avec l'alcali volatil, qui est aussi leur alcali le plus exalté, il en résulte un sel auquel les chimistes récens ont donné le nom de *sel microcosmique*, et dont M. Bergman a cru devoir faire usage dans presque toutes ses analyses chimiques. Ce sel est en même temps ammoniacal et phosphorique; et lorsque l'acide du phosphore se trouve combiné avec une substance calcaire, comme dans les os

des animaux, il semble que les propriétés salines disparoissent; car ce sel phosphorique à base calcaire n'a plus aucune saveur sensible. La substance calcaire des os fait sur l'acide phosphorique le même effet que la craie sur l'acide vitriolique. Cet acide animal, et l'acide végétal *acéteux* ou *tartareux*, contiennent sensiblement beaucoup de cet air fixe ou acide aérien, duquel ils tirent leur origine.

SEL MARIN ET SEL GEMME.

L'EAU de la mer contient une grande quantité d'acide et d'alcali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer est composé des deux : elle est aussi imprégnée de bitume; et c'est ce qui fait qu'elle est en même temps saline et amère. Or le bitume est composé d'acide et d'huile; et d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée, produit une immense quantité d'huile. L'eau marine contient donc non-seulement les acides et les alcalis, mais encore les huiles et toutes les matières qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre; encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux et des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après la production de l'acide et de l'alcali, puisqu'ils en sont les substances constituantes. L'acide aérien a été formé, dès les premiers temps après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air et du feu; mais l'alcali n'a été produit que dans un temps subséquent, par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'étoit d'abord que simplement acide ou même acidule; elle est devenue plus acide et salée par l'union de l'acide primitif avec les alcalis et les autres acides; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume, et enfin elle s'est chargée de graisse et d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacés, poissons et amphibies, dont la substance est, comme l'on sait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume et cette huile de l'eau de la mer n'ont pu qu'augmenter avec le temps, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses et huileuses, que la terre

leur fournit, et que toutes ces matières étant plus fixes et moins volatiles que l'eau, l'évaporation ne les enlève pas ; leur quantité ne peut donc qu'augmenter, tandis que celle de l'eau reste toujours la même, puisque les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vents lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent et détachent des masses purement salines, qui se trouvent en plusieurs lieux, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. On a donné le nom de *sel gemme* à ce sel fossile. Il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation. Il se trouve sous une forme solide, concrète et cristallisée en amas immenses, dans plusieurs régions du globe, et notamment en Pologne, en Hongrie, en Russie et en Sibérie. On en trouve aussi en Allemagne, dans les environs de Halle près de Saltzbourg, dans quelques provinces de l'Espagne [1], et spécialement en Catalogne, où l'on voit,

---

[1] Près de Villena, à quelques lieues d'Alicante, il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins, et, à quatre lieues de là, une montagne isolée, toute de sel gemme, couvert seulement d'une couche de plâtre d· différentes couleurs....

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de *Mingranilla ;* on travaille à quelques-unes et non aux autres : le sel gemme qu'on en tire est excellent, parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation, y ayant moins d'eau dans sa cristallisation.....

A une demi-lieue de là, on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre où sont quelques collines.... Au bas de la couverture de plâtre, il y a un banc de sel gemme dont on ne sait point la profondeur, parce que quand les excavations passent trois cents pieds, il en coûte beaucoup pour tirer le sel, et quelquefois le terrain s'enfonce ou se remplit d'eau : alors on creuse de nouveaux puits ; car tout l'endroit est une masse énorme de sel mêlé en certaines places avec un peu de plâtre, et dans d'autres, pur et rougeâtre, et le plus souvent cristallin.... Dans la mine de Cardona, au contraire, il n'y a point de plâtre, et cependant le sel en est si dur et si bien cristallisé, que l'on en fait des statues, de petits autels, et des meubles curieux. Celui de Mingranilla est dur aussi, mais moins que celui de Cardona, parce qu'il se casse comme quelques spaths fragiles.... Cette mine a dû être couverte anciennement d'une épaisseur de plus de huit cents pieds de matières étrangères, que les eaux ont peu à peu entraînées dans les lieux les plus bas.....

Dans une montagne où est le village de Valliera, on trouve une mine de sel gemme qui paroît hors de terre ; du côté de l'entrée, et environ vingt pas en dedans, on voit que le sel qui est blanc et abondant a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir environ quatre cents pas de longueur, et différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de sel qui la font ressembler à une église gothique : le sel suit la direction de la colline en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre ; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut..... Il paroît avoir rongé différentes couches de plâtre et de marne

près de la ville de Cardone [1], une montagne entière de sel. En d'autres endroits les amas de sel gemme forment des bancs d'une très-grande épaisseur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur et d'une largeur indéterminée, comme on l'a observé dans la mine de Wieliczka en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaises, mêlées, comme les autres glaises, d'un peu de sable et de débris de coquilles et autres productions marines. L'argile ou glaise contient l'acide, et les corps marins contiennent l'alcali. On pourroit donc imaginer qu'ils ont fourni l'alcali nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile : mais lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que quand même la glaise et les corps marins qu'elle renferme se seroient entièrement dépouillés de leur acide et de leur alcali, ils n'auroient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs, dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue. Il me semble donc que pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante et plus

---

(marne), pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matières.

Au bout de la principale galerie... on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, et passe à la colline qui est vis-à-vis..... La voûte de cette mine est de plâtre.... Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline; après il y a trois doigts de sel pur et deux de sel de pierre, et une bande de terre; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel; après quoi il y a des bandes alternatives de terre et de sel cristallin jusqu'au lit de la mine qui est de plâtre : descendant au vallon et montant aux collines qui sont vis-à-vis, les bandes de terre sont d'un bleu obscur, et les lits de sel sont de couleur blanche. Cette mine est très-élevée en égard à la mer, parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, page 376 et suivantes.)

[1] La ville de Cardone est située au pied d'une montagne de sel, qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière : cette montagne est une masse énorme de sel solide de quatre ou cinq cents pieds de haut, sans raies ni fentes, ni couches, et il n'y a point de plâtre aux environs; elle a une lieue de circuit...... On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc; il y en a aussi du rouge..... d'autre d'un bleu clair : mais ces couleurs disparoissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc....

La superficie de la montagne est grande, cependant les pluies ne font pas diminuer le sel : la rivière qui coule au pied est néanmoins salée; et quand il pleut, la salaison augmente et fait mourir le poisson; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, page 410 et suivantes.) Les anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne : *Est*, dit Aulu-Gelle, *in his regionibus* (*Hispaniæ*), *mons ex sale mero magnus; quantùm demas, tantùm adcrescit*. (Aulu-Gelle, livre II, chap. 22, *ex Catone*.)

ancienne que celle de la stillation des eaux et de la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines. Elles ont commencé par être des marais salans, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, et qui se sont déposées les unes sur les autres à mesure qu'elles se formoient par l'évaporation des eaux qui arrivoient pour remplacer les premières, et qui laissoient de même déposer leur sel après l'évaporation; en sorte que dans le temps où la chaleur du globe étoit beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement et plus abondamment qu'il ne se forme dans nos marais salans: aussi ce sel gemme est-il communément plus solide et plus pur que celui que nous obtenons en faisant évaporer les eaux salées; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation; il attire moins l'humidité de l'air, et ne se dissout qu'avec beaucoup de temps dans l'eau, à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes, que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous, ou sous des couches de glaise et de marne, ou sous des bancs de plâtre, c'est-à-dire, sous des matières déposées et transportées par les eaux, et que par conséquent la formation de ces amas de sel est à peu près contemporaine aux dernières alluvions des eaux, dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie et les plâtres, matières dont la substance est analogue à celle du sel marin, puisqu'elles contiennent en même temps l'acide et l'alcali qui font l'essence de sa composition. Cependant, je le répète, ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argileux, marneux et plâtreux, qui seules ont pu produire ces énormes dépôts de sel gemme, quand même ces bancs de terre auroient été de huit cents pieds plus épais, comme le dit M. Bowles; et ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion et de desséchement, et par une évaporation prompte, que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

Pour mieux faire entendre cette formation successive, supposons que le sol sur lequel porte la dernière couche saline fût alternativement baigné par les marées, et que pendant les six heures de l'alluvion du flux la chaleur fût alors assez grande, comme elle l'étoit en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau: il se sera dès-lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, et douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre produite par la même cause; en sorte que dans les lieux où la marée s'élevoit à une grande hau-

teur, les amas de sel ont pu prendre presque autant d'épaisseur. Cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, et particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très-grande épaisseur, et quelques-uns de ces amas semblent offrir encore la trace des ondes qui les ont accumulés; mais dans les lieux où ces amas sont épais de cinquante et peut-être de cent pieds, comme à Wieliczka en Pologne, et à Cardone en Catalogne, on peut encore supposer très-légitimement une seconde circonstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette circonstance s'est trouvée dans les lieux où la mer formoit des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devoit s'évaporer presque aussi vite qu'elle se renouveloit, ou bien s'évaporoit en entier lorsqu'elle ne pouvoit être renouvelée. On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer et de leur produit en sel par les lacs salés que nous connoissons en plusieurs endroits de la surface de la terre: une chaleur double de celle de la température actuelle causeroit en peu de temps l'entière évaporation de l'eau, et laisseroit au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution, et l'épaisseur de ce dépôt salin seroit proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin et enlevée par l'évaporation; en sorte, par exemple, qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profondeur au bassin, on auroit au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau, qui, comme l'on sait, contient communément un quarantième de sel relativement à son poids. Je dis cent pieds *au moins*, car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse. Je ne sais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences; mais je suis persuadé qu'elle est considérable, tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation, que par les matières grasses et terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée, et que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit, les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importans. Voici l'ordre des différens bancs de terre et de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wieliczka. « Le premier lit, celui qui s'étend jusqu'à l'extérieur de la « mine, est de sable, c'est-à-dire, un amas de grains fins arron- « dis, blancs, jaunâtres, et même rougeâtres. Ce banc de sable est « suivi de plusieurs lits de terre argileuse plus ou moins colorée; « mais le plus ordinairement ces terres ont la couleur de rouille

« de fer. Ces lits de terre, à une certaine profondeur, sont sépa-
« rés par des lames de pierre que leur peu d'épaisseur, jointe à
« leur couleur noirâtre, feroit regarder comme des ardoises; ce
« sont des pierres feuilletées....... On descend d'abord dans
« le premier étage par une espèce de puits de huit pieds en
« carré, ayant deux cents pieds de France de profondeur, au
« lieu de six cents, comme on a voulu le dire..... On y trouve
« une chapelle taillée dans la masse du sel, et qui peut avoir en-
« viron trente pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur, et
« dix-huit de hauteur. Tous les ornemens et les images de cette
« chapelle sont aussi faits avec du sel.... Il n'y a que neuf cents
« pieds de profondeur depuis le sommet de la mine jusque dans
« l'endroit le plus profond..... Et il est étonnant qu'on ait voulu
« persuader le public qu'il y avoit dans cette mine une espèce de
« ville souterraine, puisqu'il n'y a dans les galeries que quelques pe-
« tites chambres qui sont destinées à enfermer les outils des ouvriers
« lorsqu'ils s'en vont le soir de la mine.... Plus on pénètre pro-
« fondément dans ces salines, plus l'on trouve le sel abondant et
« pur; si l'on rencontre quelques couches de terre, elles n'ont
« ordinairement que deux à trois pieds d'épaisseur et fort peu
« d'étendue. Toutes ces couches sont d'une glaise plus ou moins
« sableuse.

« On n'a point trouvé jusqu'à présent dans ces mines aucune
« production volcanique, telle que soufre, bitume, charbon
« minéral, etc., comme il s'en trouve dans les salines de Halle,
« de la haute Saxe et du comté de Tirol. On y trouve beaucoup
« de coquilles, principalement des bivalves et des madrépores......

« Je n'assurerai pas que ces mines aient, comme on le dit, trois
« lieues d'étendue en tout sens... Mais il y a lieu de croire qu'elles
« communiquent à celles de Bochnia (ville à cinq milles au le-
« vant de Wieliczka), où l'on exploite le même sel. Le travail de
« Wieliczka a toujours été dirigé du côté de Bochnia, et celui
« de Bochnia du côté de Wieliczka, jusqu'en 1772, qu'on se
« trouva arrêté de part et d'autre par un lit de terre marneuse,
« ne contenant pas un atome de sel... Mais l'administration ayant
« dirigé l'exploitation du côté du midi, on trouva du sel beaucoup
« plus pur.......

« On détache ce sel de la masse, en blocs qui ont ordinairement
« sept à huit pieds de longueur sur quatre de largeur et deux
« d'épaisseur; on emploie pour cela des coins de fer, et on opère
« à peu près de la manière qu'on le fait dans nos carrières pour en
« tirer la pierre de taille.......... Lorsque ces gros blocs sont ainsi

« détachés, on les divise en trois ou quatre parties, dont on fait « des cylindres pour faciliter le transport...

« Les morceaux de sel que l'on trouve quelquefois dans cette « mine de Wieliczka, se rencontrent par cubes isolés dans les cou- « ches de glaise, sans affecter de marche régulière, et quelquefois « formant des bandes de deux à trois pouces d'épaisseur dans la « masse du sel; mais celui qui se trouve en grains dans la glaise « est toujours le plus beau, et on conduit presque tout ce sel « blanc dans l'endroit que l'on appelle *la chancellerie*, qui est « un bureau où travaillent quatre commis pendant la journée. « Tout ce qui orne cette chancellerie, comme tables, armoires, etc., « est en sel...... Avec les morceaux de sel blanc les plus trans- « parens, on travaille de jolis ouvrages qui ont différentes for- « mes, comme des crucifix, des tables, des chaises, des tasses à « café, des canons montés sur leurs affûts, des montres, des sa- « lières, etc. »

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en France des mines de sel gemme, puisque nous y connoissons un grand nombre de fontaines salées, et dans nos provinces même les plus éloignées de la mer : mais la recherche de ces mines est prohibée, et même l'usage de l'eau qui en découle nous est interdit par une loi fiscale, qui s'oppose au droit si légitime d'user de ce que la Nature nous offre avec profusion; loi de proscription contre l'aisance de l'homme et la santé des animaux, qui, comme nous, doivent participer aux bienfaits de la mère commune, et qui, faute de sel, ne vivent et ne se multiplient qu'à demi; loi de malheur, ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir, qui n'est fondée que sur le mécompte et sur l'ignorance, puisque le libre usage de cette denrée, si nécessaire à l'homme et à tous les êtres vivans, feroit plus de bien et deviendroit plus utile à l'Etat que le produit de la prohibition; car il soutiendroit et augmenteroit la vigueur, la santé, la propagation, la multiplication des hommes et de tous les animaux utiles. La gabelle fait plus de mal à l'agriculture que la grêle et la gelée : les boeufs, les chevaux, les moutons, tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité et de réelle utilité, ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur étoit offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage, et comme un préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr; tristes réflexions que j'abrége en disant que l'anéantissement d'un bienfait de la Nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays où l'on a la li-

berté d'en faire usage; il y en a tout autant en Asie qu'en Europe, et le despotisme oriental, qui nous paroît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la Nature. Le sel est commun en Perse et ne paye aucun droit; les salines y sont en grand nombre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On voit aux environs d'Astracan une montagne de sel gemme, où les habitans du pays, et même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît. Il y a aussi des plaines immenses qui sont, pour ainsi dire, toutes couvertes de sel : on voit une semblable plaine de sel en Natolie. Pline dit que Ptolémée, en plaçant son camp près de Péluse, découvrit sous le sable une couche de sel que l'on trouva s'étendre de l'Egypte à l'Arabie. La mer Caspienne et plusieurs autres lacs sont plus ou moins salés [1]. Ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, et partout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. En Afrique, il y a peut-être encore plus de mines de sel qu'en Europe et en Asie : les voyageurs citent les salines du cap de Bonne-Espérance; Kolbe surtout s'étend beaucoup sur la manière dont s'y forme le sel, et sur les moyens de le recueillir. En Abyssinie, il y a de vastes plaines toutes couvertes de sel, et l'on y connoît aussi des mines de sel gemme; il s'en trouve de même aux îles du cap Vert, au cap Blanc; et comme la chaleur est excessive au Sénégal, en Guinée, et dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évaporation prompte et presque continuelle. Il s'en forme aussi sur la côte d'Or, et il y a des mines de sel gemme au Congo. En général, l'Afrique, comme la région la plus chaude de la terre, a peu d'eau douce, et presque tous les lacs et autres eaux stagnantes de cette partie du monde sont plus ou moins salés.

L'Amérique, surtout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel marin; il s'en trouve aussi dans les îles, et notamment à Saint-Domingue et sur plusieurs côtes du continent, ainsi que dans les terres de l'isthme de Panama, dans celles du Pérou, de la Californie, et jusque dans les terres Magellaniques.

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde, soit en

---

[1] Pline, en parlant de rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule, comme s'il étoit glacé; ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des mers et des anses, où l'eau tranquille et dormante, et baissant dans les chaleurs, donnoit lieu à la voûte de sel de se former...... *Sed et summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas, quæ* salis flumina *appellantur.*

masses solides à l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée ne coûte que la peine de le tirer de sa mine, ou celle de le recueillir sur la terre : celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation; et dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, et même l'augmenter par des miroirs ardens lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable; et l'on a observé que les vents secs font autant et peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salans. On voit, par le témoignage de Pline, que les Germains et les Gaulois tiroient le sel des fontaines salées par le moyen du feu; mais le bois ne leur coûtoit rien, ou si peu, qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens : aujourd'hui, et même depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle *des marais salans*. M. Montel a donné une description très-exacte des marais salans de Pécais dans le bas Languedoc. On ne fait à Pécais qu'une récolte de sel chaque année, et le temps nécessaire à l'évaporation est de quatre ou cinq mois, depuis le commencement de mai jusqu'à la fin de septembre.

Il y a de même des marais salans en Provence, dans lesquels on fait quelquefois deux récoltes chaque année, parce que la chaleur et la sécheresse de l'été y sont plus grandes ; et comme la mer Méditerranée n'a ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté et moins d'inconvéniens à établir des marais salans dans son voisinage que dans celui de l'Océan. Les seuls marais salans de Pécais, dit M. Montel, rapportent à la ferme générale sept ou huit millions par an. Pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel produite par l'évaporation successive pendant quatre à cinq mois, soit épaisse de deux pouces et demi ou trois pouces. Il est dit dans la *Gazette d'agriculture*, « qu'en 1775 il y « avoit plus de quinze cents hommes employés à recueillir et en« tasser le sel dans les marais de Pécais : indépendamment de ces « salines et de celles de Saint-Jean et de Roquemaure, où le sel « s'obtient par industrie, il s'en forme tout naturellement des « quantités mille fois plus considérables dans les marais qui s'éten« dent jusqu'auprès de Martigues en Provence. L'imagination peut « à peine se figurer la quantité étonnante de sel qui s'y trouve cette « année : *tous les hommes, tous les bestiaux de l'Europe ne pour« roient la consommer en plusieurs années*, et il s'en forme à peu « près autant tous les ans.

« Pour garder, ce n'est pas dire conserver, mais bien perdre « tout ce sel, il y aura une brigade de gardes à cheval, nommée « dans le pays du nom sinistre de *brigade noire*, laquelle va cam- « pant d'un lieu à un autre, et envoyant journellement des dé- « tachemens de tous les côtés. Ces gardes ont commencé à camper « vers la fin de mai; ils resteront sur pied, suivant la coutume, « jusqu'à ce que les pluies d'automne aient fondu et dissipé tout « ce sel naturel. »

On voit, par ce récit, qu'on pourroit épargner le travail des hommes, et la dépense des digues et autres constructions nécessaires au maintien des marais salans, si l'on vouloit profiter de ce sel que nous offre la Nature : il faudroit seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé dans les marais salans, et le conserver pendant trois ou quatre ans, pour lui faire perdre son amertume et son eau superflue. Ce n'est pas que ce sel, trop nouveau, soit nuisible à la santé, mais il est de mauvais goût; et tout celui qu'on débite au public dans les greniers à sel, doit, par les règlemens, avoir été *facturé* deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais salans sur l'Océan comme sur la Méditerranée, surtout dans le bas Poitou, le pays d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne et la Normandie : le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine. « Or on facilite cette évaporation, dit M. Guettard, en « faisant circuler l'eau autour de ces marais, et en la recevant « ensuite dans de petits carrés qui se forment au moyen d'es- « pèces de vannes : l'eau, par son séjour, s'y évapore plus ou « moins promptement, et toujours proportionnellement à la « force de la chaleur du soleil; elle y dépose ainsi le sel dont elle « est chargée. » Cet académicien décrit ensuite avec exactitude les salines de Normandie dans la baie d'Avranches, sur une plage basse où le mouvement de la mer se fait le moins sentir, et donne le temps nécessaire à l'évaporation. Voici l'extrait de cette description : On ramasse le sable chargé de ce dépôt salin, et cette récolte se fait pendant neuf ou dix mois de l'année; on ne la discontinue que depuis la fin de décembre jusqu'au commencement d'avril.... On transporte ce sable mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait de gros tas en forme de spirale; ce qui donne la facilité de monter autour pour les exhausser autant qu'on le juge à propos : on couvre ces tas avec des fagots, sur lesquels on met un enduit de terre grasse pour empêcher la pluie de pénétrer... Lorsqu'on veut travailler ce sable salin, on découvre peu à peu le tas; et à mesure qu'on enlève le sable, on le lave dans une fosse en-

duite de glaise bien battue et revêtue de planches, entre les joints desquelles l'eau peut s'écouler. On met dans cette fosse cinquante ou soixante boisseaux de ce sable salin, et on y verse trente ou trente-cinq seaux d'eau; elle passe à travers le sable et dissout le sel qu'il contient : on la conduit par des gouttières dans des cuves carrées de trois pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel; et si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse et on y en remet de nouveau. Lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transvase dans des vaisseaux de plomb qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur et vingt-deux de largeur; on place ces plombs sur un fourneau qu'on échauffe avec des fagots bien secs : l'évaporation se fait en deux heures. On remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, et on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb des dimensions ci-dessus. On donne d'abord un feu assez fort, et on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau; on enlève alors cette écume et on ralentit le feu. L'évaporation étant achevée, on remue le sel avec une pelle pour le dessécher; on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir, où il peut s'égoutter. Ce sel, quoique tiré par le moyen du feu, et dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que 3 liv. 10 s. les cinquante livres pesant. Il y a aussi en Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases et sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier et porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne; on tire des marais salans de la baie de Bourgneuf seize ou dix-sept mille muids de sel, et l'on estime que ceux de Guérande et du Croisic produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids.

En Franche-Comté, en Lorraine, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe et des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Montigny, de l'Académie des Sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-Comté, et du travail qu'elles exigent. Voici l'extrait de ses observations : « Les eaux, dit M. de Montigny, de tous les puits salés, « tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution, « avec le sel marin ou *sel gemme*, des gypses ou sélénites gyp-

« seuses; des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une
« base terreuse; du sel de Glauber; des sels déliquescens, com-
« posés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre
« alcaline très-blanche, que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on
« le tient long-temps en fusion dans un creuset; enfin une espèce
« de glaise très-fine, et quelques parties grasses, bitumineuses,
« ayant une forte odeur de pétrole. Toutes ces eaux portent un
« principe alcalin surabondant..... Elles ne sont point mêlées de
« vitriols métalliques.....

« Les sels en petits grains, ainsi que les sels en pain, se sont
« également trouvés chargés d'un alcali terreux... Ainsi ces sels ne
« sont pas, comme le sel marin, dans un état de neutralité parfaite.

« Le sel à gros grains de Montmorot est le seul que nous ayons
« trouvé parfaitement neutre..... Ce sel à gros grains est tiré des
« mêmes eaux que le sel à petits grains; mais il est formé par une
« évaporation beaucoup plus lente : il vient en cristaux plus gros,
« très-réguliers, et en même temps beaucoup plus purs..... Si les
« eaux des fontaines salées ne contenoient que du sel gemme en dis-
« solution, l'évaporation de ces eaux, plus lente ou plus prompte,
« n'influeroit en rien sur la pureté du sel..... On ne peut donc
« séparer les matières étrangères de ces sels de Franche-Comté
« que par une très-lente évaporation; et cependant c'est avec les
« sels à petits grains, faits par une très-prompte évaporation, que
« l'on fabrique tous les sels en pain, dont l'usage est général dans
« toute la Franche-Comté.... On met les pains de sel qu'on vient
« de fabriquer, sur des lits de braises ardentes, où ils restent pen-
« dant vingt-cinq, trente et même quarante heures, jusqu'à ce
« qu'ils aient acquis la sécheresse et la dureté nécessaires pour ré-
« sister au transport [1]..... Le mélange de sel de Glauber, de gypse,
« de bitume et de sel marin à base terreuse, qui vient par la ré-
« duction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable.....

---

[1] Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir, est très-préjudiciable à la pureté et à la qualité du sel :

1°. Parce que pour mouler le sel, il faut qu'il soit humecté de son eau-mère que le feu ne fait que dessécher en agglutinant la masse saline, et cette eau-mère est une partie impure qui reste dans le sel.

2°. Une partie du gypse se décompose; son acide vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature et le rend amer.

3°. Le sel marin le plus pur reçoit une altération très-sensible par la calcination; il devient plus caustique; une partie de l'acide s'en dissipe et laisse une base terreuse, qui procède de la décomposition de l'acide minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine et les yeux.

« La saveur et la qualité du sel marin sont fort altérées par le « mélange du gypse, lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de « chaleur pour en opérer la séparation, et la quantité du gypse « est fort considérable dans les eaux de Salins..... Le gypse de Sa- « lins rend le sel d'un blanc opaque, et le gypse de Montmorot « lui donne sa couleur grise.... Lorsque les eaux sont foibles en « salure comme celles de Montmorot, on a trouvé le moyen de « les concentrer par une méthode ingénieuse et qui multiplie « l'évaporation sans feu. »

Ces fontaines salées de la Franche-Comté qui fournissent du sel à toute cette province et à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine, et qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvic et Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de Seille. A Rosières, dans la même province, étoit une saline des plus belles de l'Europe par l'étendue de son bâtiment de graduation; mais cette saline est détruite depuis environ vingt ans. A Dieuze, non plus qu'à Moyenvic et à Château-Salins, on n'a pas besoin de ces grands bâtimens ou hangars de graduation pour évaporer l'eau, parce que d'elle-même elle est assez chargée pour qu'on puisse, en la soumettant immédiatement à l'ébullition, en tirer le sel avec profit.

Il se trouve aussi des sources et fontaines salées dans le duché de Bourgogne et dans plusieurs autres provinces, où la ferme générale entretient des gardes pour empêcher le peuple de puiser de l'eau dans ces sources. Si l'on refuse ce sel aux hommes, on devroit au moins permettre aux animaux de s'abreuver de cette eau, en établissant des bassins dans lesquels ces mêmes gardes ne laisseroient entrer que les bœufs et les moutons, qui ont autant et peut-être plus besoin que l'homme de ce sel pour prévenir les maladies de pourriture qui les font périr; ce qui, je le répète, cause beaucoup plus de perte à l'Etat que la vente du sel ne donne de profit.

Dans quelques endroits, ces fontaines salées forment de petits lacs; on en voit un aux environs de Courtaison, dans la principauté d'Orange. « Des hommes, dit M. Guettard, intéressés à ce « qu'on ne fasse point d'usage de cette eau, ordonnent de *trépi-* « *gner* et mêler ainsi avec la terre le sel qui peut, dans la belle « saison, se cristalliser sur les bords de cet étang. L'eau en est claire « et limpide, un peu onctueuse au toucher, d'un goût passable- « ment salé. Ce petit lac est éloigné de la mer d'environ vingt « lieues. S'il n'étoit dû qu'à une masse d'eau de mer restée dans

« cet endroit, bientôt la seule évaporation auroit suffi pour le tarir.
« Ce lac ne reçoit point de rivière; il faut donc nécessairement
« qu'il sorte de son fond des sources d'eau salées pour l'entretenir. »

Dans d'autres pays où la Nature, moins libérale que chez nous, est en même temps moins insultée, et où on laisse aux habitans la liberté de recueillir et de solliciter ses bienfaits, on a su procurer, et, pour ainsi dire, créer des sources salées là où il n'en existoit pas, en conduisant, par de grands et ingénieux travaux, des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierres imbues ou imprégnées de sel, que ces eaux dissolvent et dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars que nous devons la connoissance et la description de cette singulière exploitation qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tirol. « Le sel, dit-il, est mélangé « dans cette mine avec un rocher de la nature de l'ardoise, qui « en contient dans tous ses lits ou divisions..... Pour extraire le « sel de cette masse, on commence par ouvrir une galerie, en « partant d'un endroit où le rocher est ferme, et on l'avance d'une « vingtaine de toises; ensuite on en fait une seconde de chaque « côté d'environ dix toises, et d'autres encore qui leur sont paral- « lèles, de sorte qu'il ne reste dans cet espace que des piliers dis- « tans les uns des autres de cinq pieds, et qui ont à peu près les « mêmes dimensions en carré, sur six pieds de hauteur, qui est « celle des galeries. Pendant qu'on travaille à ces excavations, « d'autres ouvriers sont occupés à faire des mortaises ou entailles « de chaque côté de la galerie principale, qui a été commencée « dans le rocher ferme, pour y placer des pièces de bois et y for- « mer une digue qui serve à retenir l'eau; et dans la partie in- « férieure de cette digue on laisse une ouverture pour y mettre « une bonde ou un robinet. Lorsque le tout est exactement bou- « ché, on y fait arriver de l'eau douce par des tuyaux qui par- « tent du sommet de la montagne; peu à peu le sel se dissout à « mesure que l'eau monte dans la galerie.... Dans quelques-unes « des excavations de cette mine, l'eau séjourne cinq, six et même « douze mois avant que d'être saturée; ce qui dépend de la ri- « chesse de la veine de sel et de l'étendue de l'excavation..... Ce « n'est que quand l'eau est entièrement saturée que l'on ouvre « les robinets des digues pour la faire couler et la conduire par « des tuyaux de bois jusqu'à Halle, où sont les chaudières d'évapo- « ration. »

Dans les contrées du Nord où l'eau de la mer se glace, on pourroit tirer le sel de cette eau en la recevant dans des bassins peu profonds, et la laissant exposée à la gelée; le sel abandonne la

partie qui se glace et se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui, par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'étoit auparavant.

Il semble que la Nature ait pris elle-même le soin de combiner l'acide et l'alcali pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, et qu'elle l'ait en même temps accumulé, répandu en immense quantité sur la terre et dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme et de tous les animaux; il est aussi reconnoissable par sa figure que recommandable par sa qualité; il se cristallise plus facilement qu'aucun autre sel, et ses cristaux sont des cubes presque parfaits [1]; il est moins soluble que plusieurs autres sels, et la chaleur de l'eau, même bouillante, n'augmente que très-peu sa solubilité: néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très-humides; il décrépite sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux, dont l'eau s'évapore en même temps: et cette eau de cristallisation qui, dans certains sels, comme l'alun, paroît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité; car, en le faisant calciner et même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition, et forme une masse opaque et blanche, également saline, et du même poids à peu près [2] qu'avant la fusion; ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air, et qu'il contient très-peu d'eau.

Ce sel, qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitriolique et nitreux, qui, ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent et lui font abandonner sa base alcaline: autre preuve que les trois acides, vitriolique, nitreux et marin, sont de la même nature au fond, et qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies. Aucun de ces trois acides ne se trouve pur dans le sein de la terre; et lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique qu'en ce qu'il est moins pesant et plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alcalines, et qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescens: il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus foibles que l'acide vitriolique, dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne perdant pas de vue leur première origine,

[1] Les grains figurés en trémies sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

[2] Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire et leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé; il n'est composé que d'air et de feu. Ces deux élémens, en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide vitriolique; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison avec les matières calcaires; et enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limoneuse et les autres débris putréfiés des corps organisés.

Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux et le vitriolique, on ne peut le concentrer autant. Il ne s'unit pas de même avec la matière du feu; mais il se combine pleinement avec les alcalis fixe et volatil : il forme avec le premier le sel marin, et avec le second, un sel très-piquant qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un foible dissolvant en comparaison des acides vitriolique et nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent et avec le mercure; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux, ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire : ils dissolvent l'or, qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer; et quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques; il les dissout presque toutes avec le temps, surtout lorsqu'il est aidé de la chaleur, et il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été long-temps sous les eaux, et que c'est par les mouvemens de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du globe fondu par le feu, il a dû rester, après la retraite des eaux, une grande quantité des sels qui y étoient dissous : ainsi les acides de ces sels doivent être universellement répandus. On a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles; cet *acide méphitique* n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels et enlève une petite quantité de leur acide particulier, auquel il étoit uni par l'intermède de l'eau : aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines sous la forme de *moufette suffocante*, qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains; et ce phénomène offre une nouvelle et grande preuve de la production primitive de l'acide aérien et de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la Nature. Toutes les matières minérales en effervescence et toutes les substances végétales ou animales en fermentation peuvent donc produire également de l'acide méphitique; mais les seules matières

animales et végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.

DU NITRE.

L'acide nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, et moins volatil que l'acide marin; tous trois sont toujours fluides, et on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique enle concentrant par une chaleur violente : mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, et il y reste blanc; l'acide marin y devient jaune, et l'acide nitreux paroît d'abord vert : mais sa vapeur, en se mêlant avec l'air, devient rouge, et il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration. Cette vapeur que l'acide nitreux exhale, a de l'odeur et colore la partie vide des vaisseaux de verre dans lesquels on le tient renfermé; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus foible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas de le vaincre à la distillation en le séparant de l'alcali. Or l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, comment se peut-il que cet alcali lui soit enlevé par ce second acide? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux, et qu'il est la cause médiate de cette décomposition opposée à la loi commune des affinités?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, et sans laquelle leurs cristaux ne se seroient pas formés. Cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisque après en avoir été dépouillés, ils ne sont point décomposés, et qu'ils conservent toutes leurs proprietés salines. Le nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation; et cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non-seulement comme parties intégrantes de sa masse, mais même comme parties constituantes de sa substance et comme élémens nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple; et quoique les chimistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux et d'alcali fixe végétal, il me paroît que c'est non-seulement un composé, mais même un *surcomposé* de l'acide aérien par l'eau, la terre et le feu fixe des substances animales et végétales exaltées par la fermentation putride : il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux et animaux; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets; il semble même augmenter la force du plus puissant des élémens en donnant au feu plus de violence et plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie toutes les substances calcaires et toutes les terres mêlées des détrimens des végétaux et des animaux; il forme avec presque toutes des sels déliquescens; il agit aussi très-fortement sur les huiles, et même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré : mais en l'affoiblissant avec de l'eau et l'unissant à l'huile, il forme des sels savonneux; et en le mêlant, dans cet état aqueux, avec l'esprit-de-vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité, et l'on en peut faire une liqueur éthérée, semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit-de-vin et l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète à force de concentration : l'acide nitreux, plus volatil, reste toujours liquide et s'exhale continuellement en vapeurs; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique. Il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau : la chaleur est plus forte et le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux; celui-ci est néanmoins très-corrosif, et ce qu'on appelle *eau-forte* n'est que ce même acide nitreux, affoibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, et il semble en être plus voisin que les deux autres acides minéraux; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air et de feu : la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux et des animaux, qui contiennent certainement plus d'air et de feu qu'aucun des minéraux. Ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien, ou avec les substances qui en contiennent, qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux; par exemple, on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique et de l'urine : et de même l'acide sulfureux vola-

til, qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air et le feu, approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique, duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange qui le rend volatil et lui donne l'odeur du soufre qui brûle. De plus, l'acide nitreux et l'acide sulfureux se ressemblent encore, et diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique, et que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alcali se ressemblent entre elles autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé.

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple et plus surchargé d'air et de feu que tous les autres acides; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un *surcomposé* de feu et d'air accumulés et concentrés avec une petite portion d'eau et de terre par le travail profond et la chaleur intime de l'organisation animale et végétale; qu'enfin ces mêmes élémens y sont exaltés et développés par la fermentation putride.

De tous les sels, le nitre est celui qui se dissout, se détruit et s'évanouit le plus complétement et le plus rapidement, et toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin et la puissante expansion des fluides élémentaires, qui s'écartent et se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire, le feu animé par l'air, à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, et il en résulte une nouvelle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devroit, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se forme, la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens et le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la Nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare, portant partout la ruine et la mort : combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes et de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé est causé par la propriété qu'il a de s'allumer en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger con-

tact de cet élément pour s'y réunir en rompant ses liens avec une force et une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, et ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, et dans un instant, pour ainsi dire, indivisible, la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée, et que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes; car c'est encore une des propriétés particulières du nitre, et qui décèle de plus en plus sa nature ignée et aérienne, que de brûler et détoner en vaisseaux clos, et sans avoir besoin, comme toute autre matière combustible, du contact et du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, et s'enflamme à la fois, ou dans le plus petit temps possible. Or cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre, et ensuite de la proportion et de l'intimité de son mélange avec le soufre et le charbon destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connoître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon, est de soixante-quinze parties de nitre sur quinze parties et demie de soufre, et neuf parties et demie de charbon. Néanmoins le charbon et le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre; ils ne servent, dans la composition de la poudre, qu'à porter et communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse; et même l'on pourroit dans le mélange supprimer le charbon, et ne se servir que du soufre pour porter la flamme sur le nitre; car M. Baumé dit avoir fait de très-bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre et du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, et que la Nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, et ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés : c'est l'objet du prix annoncé pour l'année prochaine [1] par l'Académie des Sciences, sur les nitrières artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, et dans un degré de température et d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales et animales en putréfaction. Les substances animales

---

[1] Ceci a été écrit dans l'année 1781.

produisent, à la vérité, du nitre en plus grande abondance que les matières végétales; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse et sans alcali fixe, et les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alcali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact et à l'impression de l'air des matières végétales et animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des pierres et terres poreuses, suivant le procédé que nous indique la Nature en nous offrant le nitre produit dans les plâtras et les craies; soit en projetant ces matières sur des fagots ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer : supposé néanmoins que ce mélange soit entretenu dans le degré de température et d'humidité nécessaires pour soutenir la fermentation putride; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air pour la production du nitre, même de celui qui se forme naturellement.

La Nature n'a point produit de nitre en masse : il semble qu'elle ait, comme nous, besoin de tout son art pour former ce sel; c'est par la végétation qu'elle le travaille et le développe dans quelques plantes, telles que les *borraginées*, les *soleils*, etc. : et il est à présumer que ces plantes dans lesquelles le nitre est tout formé, le tirent de la terre et de l'air avec la séve; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère et s'étend à la surface de la terre; il devient acide nitreux en s'unissant aux élémens des matières animales et végétales putréfiées, et il se formeroit du nitre presque partout si les pluies ne le dissolvoient pas à mesure qu'il se produit : aussi l'on ne trouve du nitre en nature et en quantité sensible que dans quelques endroits des climats secs et chauds, comme en Espagne et en Orient, et dans le nouveau continent, au Pérou, sur des terrains de tout temps incultes, où la putréfaction des corps organisés s'est opérée sans trouble, et a été aidée de la chaleur et maintenue par la sécheresse. Ces terres sont quelquefois couvertes d'une couche de salpêtre de deux ou trois lignes d'épaisseur; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs, en les balayant légèrement avec un houssoir, d'où lui vient le nom de *salpêtre de houssage*. C'est par la même raison que l'on trouve des couches de salpêtre naturel sur la craie et sur le tuf calcaire dans les endroits caverneux où ces terres sont à l'abri des pluies; et j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes et dans les cavités des carrières de pierre calcaire où l'eau avoit pénétré et entraîné ce sel qui s'étoit formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien pour la forma-

tion du nitre, que les observations de M. le duc de la Rochefoucauld, l'un de nos plus illustres et plus savans académiciens. Il les a faites sur le terrain de la montagne de la *Roche-Guyon*, située entre Mantes et Vernon : cette montagne n'est qu'une masse de craie, dans laquelle on a pratiqué quelques habitations, où l'on a trouvé et recueilli du nitre en efflorescence et quelquefois cristallisé. Cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ces lieux étoient habités par les hommes et les animaux : aussi M. le duc de la Rochefoucauld s'est-il attaché à reconnoître si la craie de l'intérieur de la montagne contenoit du nitre comme en contiennent ses cavités et sa surface; et il s'est convaincu, par des observations exactes et appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air; et il prouve, par d'autres expériences, que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien; car l'alcali végétal, qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, et c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale et sur la surface spongieuse de la craie, des tufs et des autres substances calcaires [1]. Mais en général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité; et pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art. Une simple lessive suffit pour le tirer de ces terres où il se forme naturellement. Les matières qui en contiennent le plus sont les terres crétacées, et surtout les débris des mortiers et des plâtres qui ont été employés dans les bâtimens, et cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal; et comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières et les circonstances nécessaires pour augmenter et accélérer la formation de ce sel.

En Prusse et en Suède on fait du salpêtre en amoncelant, par couches alternatives, du gazon, des cendres, de la chaux et du chaume : on délaye ces trois premières matières avec de l'urine et de l'eau-mère de salpêtre; on arrose de temps en temps d'urine les couches qui forment ce monceau, qu'on établit sous un hangar, à l'abri de la pluie : le salpêtre se forme et se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, et on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode

[1] En Normandie, du côté d'Évreux, près du château de M. le duc de Bouillon, il y a une fabrique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratisse sept à huit fois par an.

en France, et on pourra peut-être la perfectionner [1]; mais jusqu'à ce jour on a cherché le salpêtre dans toutes les habitations des hommes et des animaux, dans les caves, les écuries, les étables, et dans les autres lieux humides et couverts. C'est une grande incommodité pour les habitans de la campagne, et même pour ceux des villes; et il est fort à désirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

Après avoir recueilli les débris et les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, et on lessive le mélange par une grande quantité d'eau; on fait passer cette eau, déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, et on obtient le nitre qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourroit mêler de la potasse avec les terres nitreuses : car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, et la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent, est un mélange de plusieurs sels, et particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases : mais comme ce sel se précipite et se cristallise le premier, on l'enlève aisément, et on laisse le nitre qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement; il prend alors une forme concrète, et on le sépare du reste de la liqueur : mais comme, après cette première cristallisation, elle contient encore du nitre, on la fait évaporer et refroidir une seconde fois pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux; après quoi il ne reste que l'*eau-mère*, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser. Mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon; il faut le dissoudre et le faire cristalliser une seconde et même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté et la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardens avec un bruit de sifflement; et lorsqu'on le fait fondre dans un creuset, il fait explosion et détonne dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, et particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent; il n'attire que foiblement l'humidité de

[1] Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles nouvellement établies en Franche-Comté, plusieurs en Bourgogne, et quelques-unes dans d'autres provinces.

l'air; il n'a que peu ou point d'odeur : sa saveur est désagréable; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ses cristaux varie beaucoup; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallélipipèdes rectangles ou obliques. M. le docteur Desmeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figure, et il pense qu'on pourroit les réduire au parallélipipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel.

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée, et être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés, et sans que leur essence saline en soit altérée. Le nitre seul se décompose par le concours de l'air lorsqu'il est en fusion; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs et enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alcali fixe; preuve évidente que l'acide du nitre est le même que l'acide aérien. Au reste, comme le nitre se dissout bien plus parfaitement et en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation, et les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin; elle est cependant plus fraîche, mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air; comme il est chargé d'acide aérien, il n'attire pas celui de l'atmosphère; il ne perd pas même sa transparence dans un air sec, et ne devient déliquescent que par une surcharge d'humidité. Il se liquéfie très-aisément au feu, et à un degré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir; il se fond sans grand mouvement intérieur et sans boursouflement à l'extérieur, lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu, il forme une masse solide et demi-transparente, à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral;* car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé, et qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique et l'arsenic, qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, décomposent le nitre en lui enlevant l'alcali, sans toucher à son acide; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alcali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic, et c'est ce qu'on appelle *nitre fixé par l'arsenic.* C'est un très-bon fondant, et duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification. Nous ne parlerons pas des autres combinaisons de l'acide nitreux, et nous nous

réservons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.

SEL AMMONIAC.

Ce sel est ainsi nommé du mot grec ἄμμος qui signifie *du sable*, parce que les anciens ont écrit qu'on le trouvoit dans les sables, qui avoient aussi donné leur nom au temple de *Jupiter Ammon*. Cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée; car ce n'est qu'au-dessus des volcans et des autres fournaises souterraines que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac formé par la Nature. C'est un composé de l'acide marin et de l'alcali volatil, et cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisoit ce sel dans les endroits où la terre se trouvoit arrosée de de l'urine des animaux; et cela ne paroît pas impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alcali volatil, et que la chaleur du soleil, dans un temps de sécheresse, peut équivaloir à l'action d'un feu réel; et comme il y a sur la surface de la terre des contrées où le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'alcali volatil de l'urine et des autres matières animales ou végétales en putréfaction; et de même dans les lieux où il se sera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, etc., il en aura résulté autant de différens sels ammoniacaux qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels et l'alcali volatil; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alcalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entre eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire, cependant tous les chimistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères, tous ces alcalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable.

De tous les sels ammoniacaux, celui que la Nature nous présente en plus grande quantité, est le sel ammoniac formé de l'acide marin et de l'alcali volatil : les autres qui sont composés de ce même alcali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux ou avec les acides végétaux et animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans

l'énumération des productions de la Nature. Mais de la même manière que l'alcali fixe et minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, et a produit le sel commun, l'alcali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, et par conséquent plus conforme à sa nature, que les deux autres acides minéraux. Il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans tous les lieux où l'alcali volatil et le sel marin se trouvent réunis. Les anciens relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit, sur les sables salés de l'Arabie et de la Libye, du sel ammoniac en grande quantité : mais les voyageurs récens n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paroît assez probable.

Les acides en général s'unissent moins intimement avec l'alcali volatil qu'avec les alcalis fixes ; et l'acide marin en particulier n'est qu'assez foiblement uni avec l'alcali volatil dans le sel ammoniac. C'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive et plus piquante que les sels composés des mêmes acides et de l'alcali fixe. Ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils et plus susceptibles de décomposition, parce que l'alcali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alcali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé et sublimé au-dessus des solfatares et des volcans; et ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce que j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux; ce sont les pyrites, les terres limoneuses et végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes, et toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détrimens des végétaux et des animaux, et c'est par le choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans : l'incendie de ces matières animales et végétales humectées d'eau marine doit donc former du sel ammoniac, qui se sublime par la violence du feu, et qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares et des volcans. Le savant minéralogiste Cronstedt dit « qu'il seroit aisé d'assigner l'origine du sel ammonniac, s'il étoit « prouvé que les volcans sont produits par des ardoises formées « de végétaux décomposés et d'animaux putréfiés avec l'*humus*; « car on sait, ajoute-t-il, que les pétrifications ont des principes « qui donnent un sel urineux. » Mais les ardoises ne sont pas, comme le dit Cronstedt, de l'*humus*, ou *terre végétale;* elles ne sont pas formées de cette terre et de végétaux décomposés, ou d'animaux putréfiés, et les volcans ne sont pas produits par les ardoises; car c'est cette même terre *humus*, ce sont les détrimens

des végétaux et des animaux dont elle est composée, qui sont les véritables alimens des feux souterrains; ce sont de même les charbons de terre, les bitumes, les pyrites, et toutes les matières composées ou chargées de ces détrimens des corps organisés, qui causent leur incendie et entretiennent leur feu; et ce sont ces mêmes matières qui contiennent des sels urineux en bien plus grande quantité que les pétrifications; enfin, c'est là la véritable origine du sel ammoniac dans les volcans: il se forme par l'union de l'acide de l'eau marine à l'alcali volatil des matières animales et végétales, et se sublime ensuite par l'action du feu.

Le sel ammoniac et le phosphore sont formés par ces deux mêmes principes salins: l'acide marin, qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alcali volatil, et forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison; et même, lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alcali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore; car le sel marin *calcaire* et le nitre *calcaire* répandent et conservent de la lumière assez long-temps après leur calcination; ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alcali, et que l'acide n'en est que l'accessoire. C'est donc aussi l'alcali volatil, plutôt que l'acide marin, qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, et que tous sont également formés par l'union de ce seul alcali: enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alcali volatil avec l'acide marin, se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, toutes deux néanmoins suivies du refroidissement. Comme ses cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alcali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent; et lorsqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos, il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèlement les uns aux autres. Il attire un peu l'humidité de l'air et devient déliquescent avec le temps. L'eau le dissout facilement; et l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution. Ce grand refroidissement est d'autant plus marqué que la chaleur de l'air est plus grande et qu'on le dissout dans une eau plus chaude; et la dissolution se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel am-

moniac; il se volatilise à l'air libre, ou se sublime, comme le soufre, en vaisseaux clos, sans perdre sa forme et son essence: mais on le décompose aisément par les acides vitriolique et nitreux, qui sont plus puissans que l'acide marin, et qui s'emparent de l'alcali volatil que cet acide, plus foible, est forcé d'abandonner. On peut aussi le décomposer par les alcalis fixes et par les substances calcaires et métalliques qui s'emparent de son acide, avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alcali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire, offre un phénomène singulier; c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin et d'alcali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alcali volatil, au point que sur une livre de sel composée de huit onces d'acide marin et de huit onces d'alcali volatil, on retire quatorze onces de ce même alcali : ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie, laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très-grande quantité d'air et d'eau qui se dégagent ici avec l'alcali volatil pour en augmenter le volume et la masse : autre preuve que l'air fixe ou acide aérien peut se convertir en alcali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien, il entre encore de la matière inflammable dans l'alcali volatil, et par conséquent dans la composition du sel ammoniac; il fait par cette raison fuser le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble : il rehausse la couleur de l'or si on le projette sur la fonte de ce métal; il sert aussi, et par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre et sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel; et comme la Nature n'en fournit qu'en très-petite quantité, on auroit dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art : mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer par le commerce. On le tire des Indes orientales, et surtout de l'Égypte, où l'on en fait tous les ans plusieurs centaines de quintaux. C'est des déjections des animaux et des hommes que l'on extrait ce sel en Égypte. On sait que, faute de bois, on y ramasse soigneusement les excrémens de tous les animaux : on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps et les faire sécher au soleil; ils deviennent combustibles par ce desséchement, et l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu. On recueille avec encore plus de soin la suie que leur combustion produit abondamment; cette suie contient l'alcali volatil et l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac : aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre, qu'on en remplit aux trois quarts, et qu'on chauffe gra-

duellement au point de faire sublimer l'alcali volatil ; il enlève avec lui une portion de l'acide marin, et ils forment ensemble, au haut du vaisseau, une masse considérable de sel ammoniac. Vingt-six livres de cette suie animale donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac. Ce qu'il y a de sûr, c'est que l'Égypte en fournit l'Europe et l'Asie. Néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales; mais il ne nous en arrive que rarement et en petite quantité. On le distingue aisément de celui d'Égypte; il est en forme de pain de sucre, et l'autre est en masse aplatie : leur surface est également noircie de l'huile fuligineuse de la suie, et il faut les laver pour les rendre blancs au-dehors comme ils le sont au-dedans.

La saveur de ce sel est piquante et salée, et en même temps froide et amère; son odeur pénétrante est urineuse, et il y a toute raison de croire qu'il peut en effet se former dans les lieux où l'alcali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plume, à peu près comme ceux de l'alun; ils sont plians et flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides et cassans. Au reste, on peut tirer du sel ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin et de l'alcali volatil. Il y a même des plantes, comme la moutarde, les choux, etc., qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, et même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures et fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées; elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche et salée, de laquelle on tire du sel marin et du sel ammoniac : quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale; et cela arrive lorsque l'acide marin, dégagé de sa base, s'est combiné avec l'alcali volatil des substances animales et végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, etc., servent d'aliment au feu des volcans. Le Vésuve, l'Etna et toutes les solfatares en produisent, et l'on en trouve aussi sur les vieux volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement et sans explosion. On cite le pays des Calmouks en Tartarie, et le territoire d'Orenbourg en Sibérie, comme très-abondans en sel ammoniac : on assure que dans ces lieux il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers, et que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques.

BORAX.

Le borax est un sel qui nous vient de l'Asie, et dont l'origine et même la fabrication ne nous sont pas bien connues. Il paroît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la Nature, et que les anciens Arabes, qui lui ont donné son nom, savoient le *facturer* et en faisoient un grand usage : mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvoient savoir sur sa formation dans le sein de la terre, et sur la manière de l'extraire et de le préparer; les voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse, de la Tartarie méridionale, et dans quelques contrées des Indes orientales. La meilleure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux et savans naturalistes, M. Valmont de Bomare, par laquelle il paroît que ce sel se trouve dans des terres grasses et dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalliques; ce qui semble indiquer que ce sel est en dissolution dans ces eaux, et que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées de cette eau saline et minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut* la matière qu'on extrait de ces terres et pierres par la lessive et l'évaporation; et c'est sous cette forme et sous ce nom qu'on l'apporte en Europe, où l'on achève de le purifier.

Dans leur état de pureté, les cristaux du borax ressemblent à ceux de l'alun; ils contiennent cependant moins d'eau, et en exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, et même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun; mais il s'y liquéfie et s'y calcine de même : enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité, il n'est point sujet à se boursoufler. Ce verre de borax n'est ni dur ni dense, et il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient farineux; il se dissout dans l'eau, et donne, par l'évaporation, des cristaux tout semblables à ceux du borax. Ainsi ce sel, en se vitrifiant, loin de se dénaturer, ne fait que s'épurer davantage et acquérir des propriétés plus actives : car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondans; et lorsqu'on le mêle avec des terres de

quelque qualité qu'elles soient, il les convertit toutes en verres solides et plus ou moins transparens, suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paroît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alcali; et cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel : ils s'emparent de son alcali, et forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent en se combinant avec l'alcali minéral ou marin; et non-seulement on peut enlever au borax son alcali par les acides vitriolique, nitreux et marin, mais aussi par les acides végétaux. Ainsi la présence de l'alcali fixe dans le borax est parfaitement démontrée : mais ce n'est cependant pas cet alcali seul qui constitue son essence saline; car après en avoir séparé par les acides cet alcali, il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alcali, et qu'on ne sait comment définir. M. Homberg, de l'Académie des sciences, est le premier qui en ait parlé; il l'a nommé *sel sédatif*, et ce nom n'a rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile chimiste a cru lui reconnoître : mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; et comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, et que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes, savoir, les acides, les alcalis et les arsenicaux, il me semble qu'on peut soupçonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsenic pour principe salin.

D'abord il paroît certain que ce sel existe tout formé dans le borax, et qu'il y est uni avec l'alcali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alcali, on en refait du borax. 2.° Le sel sédatif n'est point un acide, et cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alcali : or, il n'y a dans la Nature que l'arsenic qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alcalines. 3°. On obtient le sel sédatif du borax par sublimation; il s'élève et s'attache au haut des vaisseaux clos en filets déliés ou en lames minces, légères et brillantes; et c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paroît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation : car il est également brillant et aussi beau; il est seulement plus pesant, quoique toujours très-léger, et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation : un gros, dit M. Macquer, suffit pour emplir un assez grand bocal. 4.° C'est toujours par le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax, soit par sublimation ou par cristallisation; et M. Baron, habile chimiste, de l'Académie des sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas, comme on pourroit l'imaginer, par la combinaison

actuelle de l'alcali avec les acides dont on se sert pour le retirer du borax : ainsi ce sel n'est certainement point un acide connu. 5.° Les chimistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer; il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, et il a conservé son essence sans altération. 6°. Ce sel est non-seulement le plus puissant fondant des substances terreuses, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paroisse simple, et qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines et métalliques si intimement unies, que notre art ne peut les séparer; et je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic et du cuivre, auquel on sait que l'arsenic adhère si fortement, qu'on a grande peine à l'en séparer. Ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon; mais comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de parties métalliques, et particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse, et que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alcali, et qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic, et qu'enfin il n'y a de sels simples dans la Nature que l'acide, l'alcali et l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture étoit assez fondée pour la laisser paroître, en la soumettant néanmoins à toute critique, et particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera. Je puis, en attendant, citer un fait qui paroît bien constaté. M. Cadet, l'un de nos savans chimistes, de l'Académie des Sciences, a tiré du borax un culot de cuivre par des dissolutions et des filtrations réitérées; et ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre est une des substances dont le borax est composé : mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnoître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable et plus vitrifiant que le borax, et cependant il est privé de son alcali, qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant et le plus nécessaire à la vitrification ; dès-lors ce sel sédatif contient donc une matière qui, sans être alcaline, a néanmoins la même propriété vitrifiante. Or, je demande quelle peut être cette matière, si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ces propriétés, et qui même peut fondre et vitrifier plusieurs substances que les alcalis ne peuvent vitrifier.

Ce sel se dissout dans l'esprit-de-vin : il donne à sa flamme une belle couleur verte; ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques élémens métalliques, et particulièrement de ceux du cuivre. Il est vrai qu'en supposant ce sel composé d'arsenic et de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition

une terre vitrescible capable de saturer l'arsenic et d'envelopper le cuivre; car ce sel sédatif a très-peu de saveur, et ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic et du cuivre, ne sont que doux et même salutaires. Mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif et le mercure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or; et l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même: mais on ne sait pas, et il faudroit l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendroit pas cassant comme fait l'arsenic. S'il produisoit cet effet, on ne pourroit guère douter que le borax et le sel sédatif ne continssent de l'arsenic. Au reste, il faudroit faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alcali, et qui a, comme le borax, la propriété de blanchir l'or. Enfin on peut comparer au borax le *nitre fixé par l'arsenic*, qui devient par ce mélange un très-puissant fondant, et qu'on peut employer, au lieu de borax, pour opérer la vitrification. Tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du seul borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac *Cherchiago*, dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable; et cependant il ne dit pas que ces mêmes eaux fournissent du borax.

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes, et même de l'île de Ceylan, du *tinkal* ou *borax brut* de deux sortes: l'un est mou et rougeâtre, et l'autre est ferme et gris ou verdâtre; on leur enlève ces couleurs et l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés, en les purifiant. Autrefois les Vénitiens étoient, et actuellement les Hollandais sont les seuls qui aient le secret de ce petit art, et les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel; cependant on assure que les Anglais en tirent de plusieurs endroits des Indes, et qu'ils en achètent des Hollandais à Ceylan.

Le borax bien purifié doit être fort blanc et très-léger. On le falsifie souvent en le mêlant d'alun: il porte alors une saveur styptique sur la langue; et volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, et dont les cristaux sont plus transparens que ceux de l'alun. On distingue donc à ces deux caractères sensibles le borax pur du borax mélangé.

La plus grande et la plus utile propriété du borax est de faci-

liter, plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux; il en rassemble aussi les parties métalliques, et les débarrasse des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au-dessus du métal fondu : il le défend aussi de l'action de l'air et du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; et comme il en accélère et facilite la fusion, il diminue par conséquent la consommation des combustibles et le temps nécessaire à la fonte; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fondante. On s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux, dont on peut, par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer; il a éminemment cette utile propriété de réunir et souder ensemble tous les métaux durs et difficiles à fondre.

Quoique, à mon avis, le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux que l'arsenic se montre leur ennemi; le borax les rend lians et fusibles, et ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul et nu, les aigrit et les corrode : et d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art, au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, et se trouve répandu et produit par la Nature dans presque tout le règne minéral; et, à cet égard, l'arsenic, comme sel, devroit trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, et nous est représentée par l'acide vitriolique; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire, et a produit l'acide marin; et la troisième, avec la substance métallique, a formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise, et ses autres propriétés, semblent en effet tenir à la masse et à la densité de la base que nous lui assignons : mais l'arsenic est un *protée*, qui non-seulement se montre sous la forme de sel, mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique; et c'est à cause de cette propriété qu'on lui a donné le nom et le rang de demi-métal. Ainsi nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux, dont il paroît être le dernier, quoique, par des traits presque aussi fortement marqués, il s'unisse et s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette histoire naturelle des sels, peut-être déjà trop longue. Mais j'ai dû parler de toutes les matières salines que produit la Nature, et je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins, et sans exposer avec un peu de détail les différens effets des acides et des alcalis amenés par

notre art à leur plus grand degré de pureté. J'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles, et je crois qu'on en aura des idées nettes si l'on veut me lire sans préjugés. J'aurois encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites, si je me fusse livré à comparer avec les sels produits par la Nature tous ceux que la chimie a su former par ses combinaisons : les sels sont, après le feu, les plus grands instrumens de ce bel art, qui commence à devenir une science par sa réunion avec la physique.

DU FER.

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire, altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très-petite en comparaison de celle des métaux minéralisés; car, à l'exception de l'or, qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière : quelques-unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native; mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des élémens humides. Nous verrons que la production des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif, sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu; l'or, qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas de se sublimer par la chaleur, et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale; la violence du feu les tenoit élevées au-dessus de la surface du globe; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester

dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre, dûrent se placer les premiers sur la roche du globe encore tout ardente. L'argent et l'or, dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée; ils remplirent les interstices que le quarz décrépité leur offroit de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quarzeuse. Le plomb et l'étain, auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent long-temps après ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires. Enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chute des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différens métaux se soient formés successivement et à mesure que la violence du feu diminuoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différens métaux et minéraux métalliques; en effet il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine : on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières; il suffit, pour qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être travaillée avec profit; mais souvent et presque toujours le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistans s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison et jugeant par analogie les procédés de la Nature; que la vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires et purement hypothétiques : enfin l'on renouvellera sans doute l'objection tri-

viale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique il ne faut ni comparaisons ni systèmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire, un système. Or les grands procédés de la Nature sont les mêmes en tout; et lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires ou seulement différens, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la Nature, ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales, reconnoît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons, et l'uniformité de ses moyens d'exécution: grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers. Mais pour voir la Nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue. Assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans lesquels on ne pourra que défigurer la Nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scolastiques, de grands raisonnemens fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées si moins de gens avoient écrit; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi ? L'ignorant se croit suffisamment instruit; celui qui ne l'est qu'à demi, se croit plus que savant, et tous s'imaginent avoir du génie, ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions; on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systèmes, parce qu'ils sont non-seulement incapables d'en faire, mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot, qui les épouvante ou les humilie : cependant tout système n'est qu'une

combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent; et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire, un système en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux aperçus, de saisir les rapports fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée : c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets, de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argileuses et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la Nature dans ses plus grandes opérations; et nous verrons que l'ensemble de ce système et ses autres rapports seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de temps après la consolidation du quarz, puisqu'il a coloré les jaspes et les cristaux de feld-spath, au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux, ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif: et ce fait prouve que le fer, plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier et dès le temps de la consolidation des verres de nature; car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très-grandes masses, et même des montagnes à la surface du globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quarzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons et en petits amas [1].

[1] Pline dit avec raison que, de toutes les substances métalliques, le fer est celle qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées.



Aussi n'existe-t-il nulle part de grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à nos fontes de fer, et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent et de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains.

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et, dès le temps de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface, et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques-unes donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante; et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie : on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant [1]; preuve évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre ou en rouille, quoique provenant originairement des détrimens de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre [2]. Ainsi la propriété d'être attirable à l'aimant appartenant

[1] Comme toutes les mines de Suède sont très-attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu.

[2] Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant; il

uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non-seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire, par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paroît même indiquer que le fer qu'elle contient a été altéré par le feu, et réduit en un état de régule très-difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux, ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche, en les faisant auparavant griller et concasser [1].

faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs, entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez gros : ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'étoit pas bouché, cette même mine réduite ensuite en poudre par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

[1] On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paroît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge brun ou en noir; mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, réformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer celles qui sont mêlées de matière calcaire : ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, et qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau. Aussi ne sont-elles point attirables à l'aimant; elles doivent être placées au nombre des mines de seconde, et peut-être de troisième formation. De même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses et attirables à l'aimant, celles qui, ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquit cette propriété qu'elles n'avoient pas auparavant. Enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux et magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans la platine, et tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières; car ces sablons ferrugineux, attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâchefer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial, aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de matières vitreuses. Ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du Nord que dans les autres parties du globe. On sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, et qu'on les cherche à la boussole. On prétend aussi qu'en Laponie la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses. Si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenteroit la probabilité déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques. Je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les pôles doive être uniquement attribuée à cette même cause : je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant [1].

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On de-

---

[1] Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

mandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produit par le feu ne se présente pas sous la forme de métal; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux. J'ai prévenu cette question en prouvant que le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau : c'est autant la main de l'homme que le feu qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient. Cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, et disant qu'on trouve quelquefois de petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des hommes, et que ces échantillons du travail de la Nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instrumens absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la Nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance, il suffira d'exposer que par certains procédés nous pouvons obtenir du régule de fer sans instrumens ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu long-temps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques, qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étoient mélangées. Ainsi la Nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point, également intéressant pour l'histoire de la Nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardens, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur; elle

tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au-dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité, que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*. Cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset; plus on tient la fonte dans cet état en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés : mais comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer[1]. Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule, comme un ruisseau de feu, dans un long et large sillon, où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids : on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux, et le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot: l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards*[2], cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure, et laisse couler, par le fond du foyer, une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenoit; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus allongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges; et quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal : mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire, avec celles qui

---

[1] Dans cet épurement de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

[2] On appelle *ringards* des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

donnent soixante-dix, soixante ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer, et même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux, qu'on charge et vide plus d'une fois par jour. On leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane:* ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Stirie en ont dix ou douze; et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Stirie soit différente, leur effet est à peu près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation : ainsi la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses, qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier, qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même, lorsque dans les hauts fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte, d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité. Ainsi la Nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau; et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très-rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit là le vrai fer de la Nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers et des fers de toutes qualités : l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Stirie et d'autres, ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains; pourquoi, dans tous les cas, nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits que le feu

primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité toute entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant; qu'enfin si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est due qu'à la main de l'homme, ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le gouffre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire, après la consolidation et la réduction en débris du quarz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses, intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été fondues ensemble; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante; elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des élémens humides : mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le temps de la première chute des eaux, exposées aux impressions des élémens humides, elles se sont converties en rouille et en ocre; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continens.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée, avec les autres élémens de la terre, dans la composition des végétaux et des animaux, dont les détrimens s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale, dans laquelle la mine de fer en grains s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit [1], est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits : chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts; car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve

---

[1] Voyez dans ce volume l'article de la terre végétale.

mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des élémens humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé par stillation des concrétions ou stalactites ferrugineuses, dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états, de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions. Elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau; toutes tirent leur origine de la décomposition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argiles et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré, dans l'article *de la terre végétale*, comment se sont formés les grains de la mine de fer : nous les voyons, pour ainsi dire, se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale, et ces grains de mine contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très-petits, et qu'il n'est jamais possible de les trier un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, surtout lorsqu'il s'agit de travail en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte, et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au-delà : mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation. Elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mine de fer, qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire plus ou moins chargés de parties métalliques; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de matière vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en

masses concrètes en fournissent un exemple sensible : elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau ; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer que la plupart des mines de première formation.

Ainsi toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif, ou travaillée par l'eau, est toujours mélangée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes ; seulement on doit observer que dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mélangé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire [1]. Ces dernières mines, qu'on nomme *spathiques* [2] à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses qui ont perdu leur magnétisme par cette décomposition : néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons, qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

La fameuse montagne d'Eisenartz en Stirie, haute de quatre cent quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités ; on en tire, de temps immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée ; et l'on a observé que le minéral propre à faire de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur, et difficile à fondre : mais il devient rouge ou noir et moins dur en s'effleurissant dans la mine même. Celui qui est le plus propre à donner du fer doux, est le plus tendre ; il est aussi plus fusible, et quelquefois environné de rouille ou d'ocre. Le noyau et la masse

---

[1] « Les mines de fer de Rougei en Bretagne sont en masses de rocher, de trois « quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées en « bancs horizontaux ; elles sont de seconde formation, et sont en même temps mê- « lées de matières silicées. » Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses ; mais, dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation. Ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne.

[2] Il y a néanmoins quelques-unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.



principale de cette montagne sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exsudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites, et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau : mais pour briser plus aisément les blocs de ce minéral ordinairement très-dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral, que l'on couvre d'une autre couche de bois; puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau. Toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses, exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limoneuse, qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains ou en concrétions; car elles perdent dès-lors cette propriété magnétique : cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenoit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-

grandes masses, et toujours intimement mêlées de matière vitreuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons; et ces sablons ferrugineux et très-attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure. Ces sablons ont apparemment essuyé une si forte action du feu, qu'ils ont, pour ainsi dire, changé de nature et perdu toutes leurs propriétés métalliques; car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoiqu'immense, du fer disséminé sur le globe, provient donc originairement des débris et détrimens des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse et s'est consolidée avec elle : mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très-différens, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres élémens et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille : les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien, se sont couvertes de rouille; et cette rouille de fer, en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la séve dans la composition de la substance des végétaux, et, par une suite nécessaire, dans celle des animaux : les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine : mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient, reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des élémens humides leur avoit ôtée; et

comme il y a eu, dans plusieurs lieux de la terre, de grands incendies de forêts, et presque partout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détrimens de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui, pour la plupart, sont noirs, et quelquefois brillans comme du mica. Ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue ou trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille, et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second, qui est presque infusible. Il y a, dans quelques endroits, d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant et qui se fond aisément à nos fourneaux, et celui de ces paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très-difficilement en fonte. Mais, indépendamment de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros : ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler; ce qui arrive assez souvent lorsque les grains sont gros. Les ætites ou géodes ferrugineuses doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, et leur substance est quelquefois mêlée de ces

paillettes attirables à l'aimant. La Nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces géodes ou gros grains que pour celle des plus petits : ces derniers sont ordinairement les plus purs; mais tous, gros et petits, ont au centre une cavité vide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique; et plus les grains sont gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées et presque concentriques; et ces couches sont d'autant plus riches en métal, qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses géodes, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser et laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes et plus riches que les mines en géodes ou en très-gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains ont été amenées et déposées par les eaux de la mer, et que, dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que de matières d'un poids et d'un volume à peu près égal, il en résulte un effet qui, quoique naturel, a paru singulier; c'est que, dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu près égaux en grosseur, et sont en même temps de la même pesanteur spécifique. Chaque minière de fer a donc son grain particulier : dans les unes les grains sont aussi petits que la graine de moutarde; dans d'autres, ils sont comme de la graine de navette, et dans d'autres ils sont gros comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume et du même poids que les grains, à très-peu près, dans chaque minière. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de *castine* ou fondant : mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argileuse et grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage; et si cette terre est de l'argile pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matière calcaire. Ces mines mélangées de terres *attachantes* qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir et beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles qui donnent le moins de produit relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent moins à exploiter et à fondre que la plupart des mines en roches, parce que celles-ci exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, et qu'elles ont besoin d'être grillées pen-

dant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains, celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées, soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse, entraînée par la stillation des eaux. Ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très-riches en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères, et surtout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent, et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon, et que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrites, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent des trois états précédens; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux, dont le fond n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe qui a été saisie par l'acide. La quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille: ainsi, lorsque les détrimens du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains; et quand ces mêmes détrimens ont subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablons et paillettes attirables à l'aimant : mais lorsque ces mêmes détrimens, au lieu d'être travaillés par les élémens humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont, pour ainsi dire, perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer, quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire, avec le soufre, qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal ni le rétablir par les procédés ordinaires; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans

un fourneau avec la mine de fer suffit pour en gâter la fonte. On doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très-cassant.

Mais ces mêmes pyrites dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent en poudre: leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès-lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou des rouilles disséminées dont se forment les mines en grains [1] et en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques*. Ces mines sont ordinairement très-fusibles, et souvent fort riches en metal; quelques-unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée. Ce minerai est rempli de cristallisations de spath, de belemnites, de cornes d'ammon, etc. : il est très-riche, et donne du fer de bonne qualité.

Il en est de même des mines de fer cristallisées auxquelles on a donné le nom d'*hématites*, parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang. Ces hématites cristallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer sous lesquelles elles se trouvent : elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de mine en rouille ou en ocre [2]; et l'on voit

---

[1] Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions doivent leur origine à la décomposition des pyrites. Je dois observer que cette opinion seroit trop exclusive; la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les détrimens des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelle de la matière ferrugineuse par l'eau ont précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide et le feu fixe des détrimens des végétaux et des animaux, se sont trouvés réunis.

[2] Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses, la mine de fer qui se tire à Rouez dans le Maine, et de laquelle M. de Burbure m'a envoyé la description suivante: « Cette mine, située à cinq quarts de lieue de « Sillé-le-Guillaume, est très-riche; elle est dans une terre ocreuse qui a plus de « trente pieds d'épaisseur; il part de la partie inférieure de cette mine plusieurs « filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à de gros blocs isolés de mine de fer; ces

évidemment que ces hématites sont produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites ne sont pas rouges; il y en a de brunes et même de couleur plus foncée: mais lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif, et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses, de quelques substances qu'elles soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation. Les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses. Les détrimens de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses ont été pompées par les végétaux, et sont entrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre par la pourriture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses ayant passé par le corps des êtres organisés, ont conservé une partie des élémens du feu dont elles étoient animées pendant qu'ils étoient vivans; et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu que se sont formées les pyrites, qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe et de l'acide, et qui d'ailleurs, se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques encore actives dans les derniers résidus des corps organisés; et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges

---

« blocs se rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profondeur, et sont composés de « particules ferrugineuses, qui paroissent être sans mélange; ils ont aussi des rami« fications qui, en se prolongeant, vont se joindre à d'autres masses de mine de fer, « moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles renferment dans l'intérieur de « petites pierres qui y sont incorporées et intimement unies: néanmoins les forgerons « leur trouvent une sorte de mérite qui les fait préférer aux autres masses ferrugi« neuses plus homogènes; car si elles renferment moins de fer, elles ont l'avantage « de se fondre plus aisément à cause des pierres qu'elles renferment, et qui en fa« cilitent la fusion. » C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom de *mines tapées*, qui sont des mines de concrétions en masses et couches, et qui gisent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, et qui, quoiqu'en grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal; la plupart sont spathiques ou mélangées de matières calcaires. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

de la Nature étoient en nombre immense, la quantité des pyrites produites par leurs résidus est de même si considérable, qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détrimens du fer primordial ou secondaire que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde et de troisième formation; car, indépendamment des mines en rouille ou en grains qui ont autrefois été transportées, lavées et déposées par les eaux de la mer, indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire, avec les mêmes molécules ferrugineuses provenant originairement des détrimens des roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la Nature, comme tous les autres métaux: ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques; et comme elles sont en même temps les plus difficiles à traiter, et que les expériences, surtout en grand, sont longues et très-coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires, sont très-différens les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la Nature, qui produit partout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'étoit prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avoit formé de qualités très-différentes, non-seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux. Cependant cette idée n'est point du tout fondée; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et partout la même, en sorte que l'on peut, avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures: il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité de matières étran-

gères qui s'y trouvent; le fer qu'on en tirera sera dès-lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent, suivant la nature de la mine; il faut l'essayer en petit et la bien connoître avant d'en faire usage en grand, et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très-grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très-petits morceaux avant d'être mise au fourneau; sans cette première préparation, qui rend le minéral moins dur, on ne viendroit que très-difficilement à bout de le briser, et il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de temps: il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction; et à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très-riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très-bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires; il est rarement nécessaire de les griller [1]: on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire. Ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former quelque idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'Académie des Sciences, a faites dans ses Voyages. « En Suède, dit-il, la « mine de *Nordmarck*, à trois lieues au nord de *Philipstadt*, est « en filons perpendiculaires, dans une montagne peu élevée au « milieu d'un très-large vallon; les filons suivent la direction de « la montagne, qui est du nord au sud, et ils sont presque tous

---

[1] Il y a cependant, dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie, et en si grande quantité, avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.



« à très-peu près parallèles : ils ont en quelques endroits sept ou « huit toises de largeur. Les montagnes de ce district, et même de « toute cette province, sont de granite; mais les filons de mine « de fer se trouvent aux environs, dans une espèce de terre « bleuâtre et brunâtre : cette pierre est unie aux filons de fer « comme le quarz l'est au plomb, au cuivre, etc. Lorsque le gra- « nite s'approche du filon, il le dérange et l'oblitère; ainsi les filons « de fer ne se trouvent point dans le granite ; le meilleur indice « est le mica blanc et noir à grandes facettes; on est presque tou- « jours sûr de trouver au-dessous du minéral riche. Il y a aussi « de la pierre calcaire aux environs des granites : mais le fer ne « s'y trouve qu'en rognons, et non pas en filons, ce qui prouve « qu'il est de seconde formation dans ces pierres calcaires. Le « minéral est attirable à l'aimant; il est très-dur, très-compacte « et fort pesant : il donne plus de cinquante pour cent de bonne « fonte. Ces mines sont en masses, et on les travaille comme nous « exploitons nos carrières les plus dures, avec de la poudre.

« Les mines de Presberg, à deux lieues à l'orient de Philipstadt, « sont de même en filons et dans des rochers assez semblables à « ceux de Nordmarck; ces filons sont quelquefois accompagnés « de grenats, de schorl, et d'une pierre micacée assez semblable « à la craie de Briançon : ils sont situés dans une presqu'île envi- « ronnée d'un très-grand lac; ils sont parallèles, et vont, comme « la presqu'île, du nord au sud.

« On dédaigne d'exploiter les filons qui n'ont pas au moins une « toises d'épaisseur : le minéral rend en général cinquante pour « cent de fonte. Les filons sont presque perpendiculaires, et les « différentes mines ont depuis douze jusqu'à quarante toises de « profondeur.

« On fait griller le minéral avant de le jeter dans les hauts « fourneaux, qui ont environ vingt-cinq pieds de hauteur; on « le fond à l'aide d'une castine calcaire.

« Les mines de Danemora, dans la province d'Upland, à une « lieue d'Upsal, sont les meilleures de toute la Suède. Le minéral est « communément uni avec une matière fusible [1], en sorte qu'il se « fond seul et sans addition de matière calcaire. Ces mines de Da- « nemora sont au bord d'un grand lac; les filons en sont presque

---

1 J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé et qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non-seulement sont très-fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

« perpendiculaires et parallèles dans une direction commune du « nord-est au sud-ouest : quoique tous les rochers soient de gra- « nite, les filons de fer sont toujours, comme ceux des mines pré- « cédentes, dans une pierre bleuâtre [1]. Il y a actuellement dix « mines en exploitation sur trois filons bien distincts; la plus pro- « fonde de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts toises de « profondeur; elle est, comme toutes les autres, fort incommodée « par les eaux : on les exploite comme des carrières de pierres « dures, en faisant au jour de très-grandes ouvertures. Le mi- « néral est très-attirable à l'aimant; on lui donne sur tous les « autres la préférence pour être converti en acier : on y trouve « quelquefois de l'asbeste. On exploite ces mines tant avec la « poudre à canon qu'avec de grands feux de bois allumés, et l'on « jette ce bois depuis le dessus de la grande ouverture. Après l'ex- « traction de ces pierres de fer en quartiers plus ou moins gros, « on en impose de deux pieds de hauteur sur une couche de bois « de sapin de deux pieds d'épaisseur, et l'on couvre le miné- « ral d'un pied et demi de poudre de charbon, et ensuite on met « le feu au bois : le minéral, attendri par ce grillage, est broyé « sous un marteau ou bocard, après quoi on le jette au fourneau « seul et sans addition de castine. »

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau : mais de quelque manière et par quelque agent qu'elles aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même, et l'on peut, en y mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner l'énumération des

---

[1] M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, et je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath et du schorl qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingts toises dans un terrain qui n'est environné que de granite, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire; il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberg et de Nordmarck, et que, quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connoît en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui sont en masses concrètes, et qui donnent de très-bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive*. « J'ai vu, « dit M. de Grignon, environ vingt filons de mines spathiques « dans les montagnes d'Allevard; il y en a qui ont six pieds et « plus de largeur sur une hauteur incommensurable : ils mar- « chent régulièrement et sont presque tous perpendiculaires. On « donne le nom de *maillat* à ceux des filons dont le minerai fond « aisément et donne du fer doux; et l'on appelle *rive* les filons « dont le minerai est bien moins fusible et produit du fer dur. « C'est avec le mélange d'un tiers de *maillat* sur deux tiers de rive « qu'on fait fondre la mine de fer dont on fait ensuite de bon acier « connu sous le nom d'*acier de rive*. »

Les mines du Berri, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Nivernois, du Languedoc, et de quelques autres provinces de France, sont, pour la plupart, en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes : celles qui sont en masses solides se trouvent non-seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne et la Lorraine; et celles qui sont en grains ou en rouille, se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer, dont quelques-unes sont en masses concrètes, qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paroissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide : il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Aragon, etc.

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe; on en a fait récemment de longues descriptions, qui néanmoins sont assez peu exactes. Ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie.

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis long-temps on se sert de charbon de terre pour les fondre : il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, surtout à l'affinerie; sans cette préparation, il rendroit le fer très-cassant. Les principales mines de fer de l'Écosse sont près de la bourgade de Carron, celles de l'Angle-

terre se trouvent dans le duché de Cumberland et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liége, les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argile, et dans le comté de Namur elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffouse, et qui s'étend jusqu'au comté de Neufchâtel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille ou en concrétions : celles de Stirie et de Carinthie, dont nous avons parlé, sont les plus fameuses; mais il y en a aussi de très-riches dans le Tyrol, la Bohème, la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre, etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques-unes; elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas; d'autres sont, dit-il, en petits morceaux ferrugineux, et celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à peu près de la même nature.

Les pays du Nord sont les plus abondans en mines de fer : les voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses. On a aussi trouvé des mines de fer en Islande et en Groenland.

En Moscovie, dans les Russies et en Sibérie, les mines de fer sont très-communes, et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important; car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France.

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales. Les voyageurs disent qu'il y a très-peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre : cependant à la Chine le fer est à bien plus bas prix; ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam, à Golconde et dans l'île de Ceylan. L'on connoît de même les fers de Perse, d'Arabie, et surtout les aciers fameux connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie et ceux de Madagascar sont

cités par les voyageurs; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambuk, à Congo, et jusque chez les Hottentots. Mais tous ces peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très-grossièrement; et il n'y a ni forges ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique; du moins les relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde; et il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi : nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissemens considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très-bon fer. Il se trouve de même des mines de fer en Virginie, où les Anglais ont établi depuis peu des forges; et comme ces mines sont très-abondantes et se tirent aisément, et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très-commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais; et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, et à tous les pays où s'étend leur commerce. Suivant les voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue, au Mexique, au Pérou, au Chili, à la Guiane et au Brésil; et cependant les Mexicains et les Péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre les autres métaux; ce qui ne doit pas étonner, puisque dans l'ancien continent il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les Américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde : mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus policées, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie; car, quoiqu'il soit physiquement très-possible de faire partout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de

l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer et des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitans de son pays ne peuvent en consommer : il lui viendra tout naturellement dans l'esprit l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement, qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise, à laquelle il faut se livrer tout entier et pour long-temps, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois et ses forges; ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit : l'intérêt de sa mise se réduit dès-lors à cinq au lieu de dix pour cent. Mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau, diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise; à moins que des circonstances particulières et très-rares ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher [1]. Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoique indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix : nous ne ferons donc jamais que du fer d'une qualité médiocre, tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts, et que les étrangers nous apporteront, sans un impôt

[1] J'ai établi dans ma terre de Buffon un haut fourneau avec deux forges; l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau : j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux brocards, etc. Toutes ces constructions faites sur mon propre terrain et à mes frais, m'ont coûté plus de trois cent mille livres; j'ai ensuite conduit pendant douze ans toute la manutention de ces usines : je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt; et après douze ans d'expérience, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres : ainsi je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu près autant et sans mise de fonds à la caisse du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissemens, et pour faire voir en même temps que le gouvernement, qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtimens et dans la construction des vaisseaux, ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers; ils ont un tarif général et commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher : à Paris, surtout, cette inattention fait que dans les bâtimens on n'emploie que de mauvais fers; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences [1]; c'est qu'une barre de bon fer a non-seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des règlemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France : mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non-seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la Nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, ou pour changer ou modifier les règlemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du Nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds : elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles eussent abandonné la surface de nos continens. Si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer, et les rendre propres à être mises au fourneau : la portion de sable calcaire

---

[1] Voyez, Partie expérimentale, *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome II, page 94.

que l'eau n'aura pas emportée servira de castine; il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte : on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse, qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion; ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argile fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine d'en séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois, et donner à cette mine au fourneau une assez grande quantité de castine : cette matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argile qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange. Il en sera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux; la matière calcaire accélérera leur fusion : seulement on doit laver, cribler et vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines : les deux premières étoient *en nappes*, c'est-à-dire, dilatées dans une assez grande étendue de terrain; la dernière, mêlée de petits cailloux, étoit au contraire *en nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire. Sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quarzeux, de calcédoines et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent cinquante et jusqu'à deux cents pieds : ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au-dessous. Ainsi, quand ce sac de mine étoit vidé, on pouvoit examiner du haut en bas et de tous côtés les parois de la fente qui la contenoit; elles étoient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux : les bancs étoient horizontaux, et l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le desséchement de la matière molle

dont ils étoient d'abord composés; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étoient de même parfaitement correspondans du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux, les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu que dans des temps postérieurs les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continens; elle a commencé par étendre les argiles et les sables vitreux sur la roche du globe et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif; les schistes se sont formés par le desséchement des argiles, et les grès par la réunion des sablons quarzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au-dessus des schistes et des argiles, et en même temps les détrimens des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvemens de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés de la terre végétale, où ils s'étoient formés, comme nous l'avons expliqué [1].

Nous observerons encore que ces mines qui se trouvent *ensachées* dans les rochers calcaires, sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain [2] : elles n'ont de plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre. La boussole ne peut servir ici; car ces mines en grains ne font

---

[1] Voyez, dans ce volume, l'article qui a pour titre, *de la Terre végétale*.

[2] Ce n'est qu'en quelques endroits que l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques-unes de telles en Franche-Comté.

aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain : car, dans la même colline, on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très-différentes et quelquefois opposées; ce qui rend la recherche de ces mines très-équivoque et leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il seroit fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres : les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction, ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois. Plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle ne les épuisera pas : sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesseroit au bout d'un temps, la forge périroit faute d'aliment, et l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage; car toutes les minières dont nous faisons l'extraction, ont été amenées, lavées et déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvroit encore nos continens. Quelque grande que soit la consommation qu'on a faite et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas, à beaucoup près, épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragemens qu'on devroit donner à nos fabrications de fer : ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois [1]; et comme il faut dix-huit à vingt ans

[1] Les charbons de chêne, charme, hêtre et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; et ceux de tremble, bouleau et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les



d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cent cinquante arpens de bois bien économisés, l'on peut faire annuellement six cents ou six cent cinquante milliers de fer : il faut donc pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins dix-huit fois deux cent cinquante ou quatre mille cinq cents arpens à portée, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produiroit pas trois cents milliers de fer par an, ne vaudroit pas la peine d'être établie ni maintenue : or, c'est le cas d'un grand nombre de ces établissemens faits dans le temps où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre; mais maintenant que toutes ces causes et notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non-seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains, et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvriroit des mines de fer primitif, c'est-à-dire, de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du Nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation

---

charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine : ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin, et celui de châtaignier, qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs surtout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très-peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche, qui sont en masses très-dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux, qui les ramollissent ou les font éclater : nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrens étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion; et, comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrons y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau. Si l'on obtient une très-bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer, le plus sommairement qu'il me sera possible, les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très-médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes : mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs; car il arrive toujours que, dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, et de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire, dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend. Il faut donc choisir, et dans les unes et dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine, extraite avec choix, sera conduite au lavoir pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'aperçoit qu'il passe

beaucoup de mine avec le sable [1], ou bien il faut recevoir ce sable mêlé de mine dans un dépôt d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vanner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustible pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau [2].

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité et en qualité; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajoutera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de terre limoneuse, ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau : cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers : il ne faut jamais mélanger une mine très-fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très-petits grains, parce que

---

[1] Ce seroit entrer dans un trop grand détail, que de donner ici les proportions et les formes des différens lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères, qui quelquefois sont tellement unies aux grains, qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très-utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mélangées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent, et même doivent être préférés.

[2] Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs; j'en ai fait construire plusieurs et je m'en suis servi avec avantage : un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minerai coule par une trémie; le sablon le plus fin tombe au-dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, et les plus gros sables et petits cailloux vont au-delà par l'effet de la force centrifuge : c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

l'une se fondant en moins de temps que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée, la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux n'est qu'à demi fondue; ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées : il vaut donc mieux fondre seules les mines, de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très-différentes. Mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains, et ne provient que de la nature des terres et des sables qui y sont mêlés. Si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argileux, elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau; quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible. En général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles; il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres. Il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire. Au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très-cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant et peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine. Après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq coulées par minute): on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met, pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune) sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant, en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon : mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au-dessous de cette proportion que de se mettre au-dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vitesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et l'on pourra porter cette vitesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de foulée, et jusqu'à douze coups si la foulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces. Le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine : aussi dans un fourneau bien construit tout doit-il être en juste proportion; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs *buses*, doivent être réglées sur la capacité du fourneau : une trop petite quantité d'air feroit languir le feu, une trop grande le rendroit trop vif et dévorant; la fusion de la mine ne se feroit, dans le premier cas, que très-lentement et imparfaitement, et dans le second, la mine n'auroit pas le temps de se liquéfier; elle brûleroit en partie, au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra. On peut couler toutes les neuf à dix heures; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée : la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset, où elle se tient en bain, et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée surnagent le métal fondu, et le défendent en même temps de la trop vive action du feu, qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface. Mais comme la quantité de ces scories est toujours très-considérable, et que leur volume boursouflé s'éleveroit à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur, auquel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien : on peut en juger par la nature même de ce laitier; car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau : il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau; ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu, sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité : mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon, et l'avoir

laissé refroidir au moule pendant six ou sept heures; si le lingot est très-sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter que cette fonte est de mauvaise ou du moins de très-médiocre qualité, et que, pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant. Il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau : pour cela, on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche et à gros grains, sera grise et à petits grains serrés; et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pesera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pesera guère que quatre cent soixante-dix ou quatre cent soixante-quinze; et cette fonte grise à grains serrés donnera du bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps et de feu pour se liquéfier.

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir du bon fer que pour en faire du mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus. Si la fabrication du mauvais fer coûte cent francs par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres; et malheureusement dans le commerce on ne paye guère que 10 liv. de plus le bon fer, et souvent même on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer; il n'en faut qu'environ quatorze cents pesant, tandis qu'il faut au moins quinze et souvent seize cents d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de la bonne fonte et fabriquer du bon fer : mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art, et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité; ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques-uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une certaine quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées; par cette addition, ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence : le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte; mais elle étoit si mauvaise, qu'elle

perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice, ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre sur la qualité du fer, qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte; ce fer étoit si cendreux, si cassant, qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut donner la fonte, dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie. « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges du bas Limousin, « faire avec la même fonte deux sortes de fer : le premier, doux, « d'excellente qualité et fort supérieur à celui du Berri; on y « emploie quatorze cents livres de fonte : le second est une com« binaison de fer et d'acier pour les outils *aratoires*, et l'on n'em« ploie que douze cents livres de fonte pour obtenir un millier « de fer; mais on consomme un sixième de plus de charbon que « pour le premier. Cette différence ne provient que de la manière « de poser la tuyère, et de préserver le fer du contact immédiat « du vent. » Je pense qu'en effet, si l'on pouvoit, en affinant la fonte, la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûleroit beaucoup moins, et qu'avec douze cents ou tout au plus treize cents livres de fonte on obtiendroit un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a tiré les grains un à un, est souvent intimement mêlée de particules d'autres métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc. Ce premier métal, qui est fixe, reste dans la fonte; et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle.

La fonte blanche, sonore et cassante, que je réprouve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée; elle se boursoufle au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc : mais la fonte blanchâtre et qui commence à tirer au gris, quoique très-dure et encore assez aigre, est très-propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes, et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion. On en fait aussi des boulets et des bombes : elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbère [1], sans soufflets, et dans les

---

[1] C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire

quels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré. Comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi promptement et en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux partout, au lieu qu'on ne peut établir que sur des courans d'eau nos grands fourneaux à soufflets : mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère ne donne pas du bon fer, et les Anglais, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux ; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoique assez difficile, de faire du bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés : mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut, au contraire, la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs [1] qu'avec des précautions et une bonne conduite au fourneau, on pouvoit épurer la fonte au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, et dès-lors résisteroient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet étant de grande importance, mérite une attention particulière. Il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures, qu'en la gardant plus long-temps elle se brûle, qu'elle peut aussi faire explosion, qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte, que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altéreroient ou

---

usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. « J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode anglaise, cinq quintaux de mine de fer; et au bout de huit heures, la « mine étoit fondue. » Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, et que j'ai rapporté. C'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissans, tels que ceux de nos verreries et glaceries; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas, à beaucoup près, aussi forte que celle du charbon de terre.

[1] Voyez le dixième Mémoire, tome II, page 255 et suivantes.

même en empêcheroient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très-peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées : on a cru qu'il falloit deux et même trois hauts fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets la quantité de fonte nécessaire, et ne la tenir en fusion que dix-huit ou vingt heures. Mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc. [1], et que j'ai vu clairement que si la capacité

[1] Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Moregues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire :

« On a fondu à Ruelle des canons de vingt-quatre à un seul fourneau; le creuset « devoit contenir sept mille cinq cents ou huit mille de matière : la fusion de la « fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux différens, et c'est ce qui doit « déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

« On emploie environ quarante-huit heures pour la fusion de sept mille cinq « cents ou huit mille de matière pour un canon de vingt-quatre; et l'on emploie « vingt-trois à vingt-quatre heures pour la fusion de trois mille cinq cents pour « un canon de huit : ainsi la fonte du gros canon ayant été le double du temps dans « le creuset, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

« Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle, lorsqu'elle est une fois en bain « dans le creuset. A la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, et par conséquent trop « de feu et trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre « en entier; la fonte qui en résulte est brune, poreuse et bourrue, et n'a pas la con- « sistance ni la dureté d'une bonne fonte : seulement il faut avoir attention que la « fonte dans le bain soit toujours couverte d'une certaine quantité de laitier. « Cette fonte bourrue dont nous venons de parler, est douce et se fore aisément; « mais, comme elle a peu de densité et par conséquent de résistance, elle n'est « pas bonne pour les canons.

« La fonte grise à petits grains doit être préférée à la fonte trop brune qui est « trop tendre, et à la fonte blanche à gros grains qui est trop dure et trop impure.

« Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la « sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien « des gens croient néanmoins que cette surface extérieure, qui est la plus dure, « donne beaucoup de force au canon.

« Il n'y a pas long-temps que l'on tourne les pièces de canon, et qu'on les « coule pleines pour les forer ensuite. L'avantage, en les coulant pleines, est d'évi- « ter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyau. L'avantage « de les tourner consiste en ce qu'elles seront parfaitement concentrées et d'une « épaisseur égale dans toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du « tour est que les pièces sont plus sujettes à la rouille que celles dont on n'a pas « entamé la surface.

« La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de s'arquer dans le moule; « ..r le tour remédie à ce défaut et à tous ceux qui proviennent des petites imper- « fections du moule.

du creuset, qui s'étoit fort augmentée par un feu de six mois, eût été plus grande, j'aurois pu y amasser encore autant de milliers de matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte, au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en étoit que meilleure et plus épurée; elle pesoit cinq cent douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges, ne pesoient que quatre cent quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesoient que quatre cent soixante-douze livres le pied cube [1]. Il peut donc y avoir une différence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire, d'un douzième environ sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté

« La première couche qui se durcit dans la fonte d'un canon est la plus extérieure; l'humidité et la fraîcheur du moule lui donnent une trempe qui pénètre « à une ligne ou une ligne et demie dans les pièces de gros calibre, et davantage « dans ceux de petit calibre, parce que leur surface est proportionnellement plus « grande relativement à leur masse : or cette enveloppe trempée est plus cassante; « quoique plus dure que le reste de la matiere, elle ne lui est pas aussi bien intimement unie, et semble faire un cercle concentrique, assez distinct du reste de « la pièce; elle ne doit donc pas augmenter la résistance de la pièce. Mais si l'on « craint encore de diminuer la résistance du canon en enlevant l'écorce par le tour, « il n'y aura qu'à compenser cette diminution en donnant deux ou trois lignes de « plus d'épaisseur au canon.

« On a observé que la matière est meilleure dans la culasse des pièces que dans « les volées, et cette matière de la culasse est celle qui a coulé la première et qui « est sortie du fond du creuset, et qui, par conséquent, a été tenue le plus long-« temps en fusion; au contraire la *masselotte* du canon, qui est la matière qui « coule la dernière, est d'une mauvaise qualité et remplie de scories.

« On doit observer que si l'on veut fondre du canon de vingt-quatre à un seul « fourneau, il seroit mieux de commencer par ne donner au creuset que les dimen-« sions nécessaires pour couler du dix-huit, et laisser agrandir le creuset par l'ac-« tion du feu, avant de couler du vingt-quatre, et par la même raison on fera l'ou-« vrage pour couler du vingt-quatre, qu'on laissera ensuite agrandir pour couler « du trente-six. »

[1] J'ai fait ces épreuves à une très-bonne et grande balance hydrostatique, sur des morceaux cubiques de fonte de quatre pouces, c'est-à-dire, de soixante-quatre pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la lime à ces dimensions. M. Brisson, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cent quatre livres sept onces six gros de poids à un pied cube de fonte, cinq cent quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, et cinq cent quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

de la fonte : elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car, ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cent cinquante des premières, et seulement treize cent vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cent douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que de la mine bien préparée, et à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendroit de la fonte encore plus dense, plus résistante, et qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* de fer plus ou moins mélangée de matières vitreuses : il ne s'agiroit donc que de purger cette matte de toutes les parties hétérogènes, et l'on auroit du fer pur; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complétement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-temps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler. Il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte, et la faire refondre. Le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte et le fer. Ce régule approche de l'état de métallisation : il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordinaire; il est au contraire très-dense, très-compacte, très-résistant, et par conséquent très-propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine. On casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion. On a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglais, qui a très-bien réussi. Quelques autres artistes français ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellens canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner; car je ne puis être de l'avis de M. le vicomte de Morogues [1], dont néanmoins je respecte les lu-

[1] Voyez la note précédente.



mières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire, la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse [1].

Cette fonte refondue, ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cent trente livres le pied cube; et comme le fer forgé pèse cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cent douze, on voit que le régule est dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer. On peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule non-seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de refondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés, où l'on a la facilité de creuser des fosses

---

[1] Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de la Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait des expériences et des travaux très-utiles dans ses forges du Nivernois : « Vous regardez, monsieur, comme fait certain, que la fonte la plus « dense est la meilleure pour faire des canons; j'ai hésité long-temps sur cette « vérité, et j'avois pensé d'abord que la fonte première, comme étant plus légère « et conséquemment plus élastique, cédant plus facilement à l'impulsion de la « poudre, devroit être moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est-à-dire, la « fonte refondue qui est beaucoup plus pesante.

« Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte refondue que parce qu'en « Angleterre on ne les fait que de cette façon; cependant en France on ne les fond « que de fonte première....... La fonte refondue est beaucoup plus pesante; car « elle pèse cinq cent vingt à cinq cent trente livres, au lieu que l'autre ne pèse « que cinq cents livres le pied cube......

« Vous avez grande raison, monsieur, de dire qu'il ne faut pas tourner les « canons.... La partie extérieure des canons, c'est-à-dire, l'enveloppe, est tou- « jours la plus dure, et ne se fond jamais au fourneau de réverbère, et sans le rin- « gard on retireroit presque les pièces figurées comme elles étoient lorsqu'on les « a mises au fourneau. Cette enveloppe se convertit presque toute en fer à l'affine- « rie; car avec onze cents ou onze cent cinquante livres de fonte on fait un millier « de très-bon fer..... tandis qu'il faut quatorze cents ou quinze cents livres de « notre fonte première pour avoir un millier de fer....

« Vous désireriez, monsieur, qu'on pût couler les canons avec la fonte d'un « seul fourneau; mais le poids en est trop considérable, et je ne crois pas que le « sieur Wilkinson les coule à Indret avec le jet d'un seul fourneau, surtout pour « les canons de vingt-quatre. Le sieur Frerot ne coule que des canons de dix-huit « avec le jet de deux fourneaux de pareille grandeur et dans la même exposition; « il coule avec un seul fourneau les canons de douze : mais il a toujours un four- « neau près de la fonte, duquel il peut se servir pour achever le canon, et le sur- « plus de la fonte du second fourneau s'emploie à couler de petits canons; on ne « fait pour cela que détourner le jet lorsque le plus gros canon est coulé. »

profondes pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité; d'ailleurs il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion que par un très-long séjour dans le creuset des hauts fourneaux : ainsi l'on a très-bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre marine [1].

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la fonte et le fer : ce régule, dans sa première fusion, coule à peu près comme la fonte ordinaire; mais lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer. Le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal à propos *fer natif;* car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très-long-temps dans le creuset, sans être agitée et remuée de temps en temps, forme quelquefois des boursouflures ou cavités dans son intérieur, où la matière se cristallise [2]. M. de Grignon est le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, et l'on a reconnu depuis que tous les métaux et les régules des demi-métaux se cristallisoient de même à un feu bien dirigé et assez long-temps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation, prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

---

[1] La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire établir près de Nantes en Bretagne, démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, et qui étoient sujettes aux inconvéniens dont nous venons de faire mention.

[2] J'ai fait un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait, dans un très-grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte : on avoit pratiqué vers le bas de ce creuset un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle : ce creuset fut placé sur une grille et entouré au bas de charbons ardens, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur par une table circulaire de brique ; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide; et quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset : il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse. Cette cavité se trouva hérissée de très-petits cristaux, dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaèdres; mais la plupart étoient comme des trémies creuses, puisqu'avec une barbe de plume elles se détachoient et tomboient en petits feuillets comme les mines de fer micacées ; ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car, il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très-lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée.

Le fer est, de tous les métaux, celui dont l'état varie le plus; tous les fluides, à l'exception du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère, qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le temps, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légère. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille : le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite. Enfin l'action du feu détruit le fer, ou du moins l'altère, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation : un feu très-véhément le vitrifie; un feu moins violent, mais long-temps continué, le réduit en colcotar pulvérulent; et lorsque le feu est à un moindre degré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes élémens; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire, celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer, et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la Nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire, en fer et en acier, qui, de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent, pour ainsi dire, toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme : mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont plus utiles et plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre! que de problèmes à résoudre! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas! D'abord, de toutes les substances métalliques, la mine de fer est la plus difficile à fondre [1] : il s'est passé bien des siècles

[1] Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter

avant qu'on en ait trouvé les moyens. On sait que les Péruviens et les Mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre, et point de fer; on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étoient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitans de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida, quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet un feu violent et en grand volume pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots, et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leurs fontes, puisqu'ils n'avoient pas encore d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très-impur, dont ils auront fabriqué leurs premiers instrumens ou ringards, et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instrumens, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer : je dis peu à peu; car, lorsque après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchans d'acier et la séparer en petites verges? ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux; puis enfin un art particulier pour réduire ces verges en clous, et un plus grand art si l'on veut en faire des épingles. Que de temps, que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas! Le cuivre, qui, de tous les métaux après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas à beaucoup près autant de travaux et de machines combinées: comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer

---

que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *mattes*, et faire subir à cette matte l'action successive de trois, quatre et cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir; enfin il faut encore fondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce : ainsi certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour être réduites en métal; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux. Nous avons indiqué ceux de la fusion des mines : on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement on les laisse se coaguler et se refroidir dans cette espèce de moule qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air. La matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, tandis que ses faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement : l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, surtout s'il est de fonte blanche; et cette courbure se fait dans le sens où il y a le moins de résistance, c'est-à-dire, en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés. On peut voir dans mes Mémoires [1] combien de temps la matière reste liquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures, après quoi on l'enlève, et on est obligé de le faire peser pour payer un droit très-onéreux d'environ six livres quinze sous par millier de fonte; ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer : c'est le double du salaire de l'ouvrier, auquel on ne donne que cinq livres pour la façon d'un millier de fer; et d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes, cause encore une perte réelle et une grande gêne par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu; au lieu qu'en le tirant du moule au moment qu'il est consolidé, et le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi. Or un impôt qui non-seulement grève une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progrès de l'art, et force en même temps à consommer plus de matière combustible qu'il ne seroit nécessaire; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit-il subsister sous une administration éclairée?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer,

---

[1] Voyez le neuvième Mémoire, tom. II, pag. 230.

par une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie, où il se ramollit peu à peu, et tombe ensuite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards, pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids : dans ce travail, la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer. Enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette première percussion, les scories qui souvent s'attachent à sa surface, et en même temps pour en rapprocher toutes les parties inférieures, et les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher, ni se séparer; après quoi on porte avec les mêmes tenailles, cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude; elle s'y épure encore, et laisse couler de nouveau quelques scories; et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume, et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande, qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrième, et quelquefois une cinquième chaude. Cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au-dehors les matières étrangères dont elle étoit encore mêlée, et elle rapproche en même temps, par une forte compression, toutes les parties du métal, qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été assez épuré, soit au fourneau de fusion, soit au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très-simples que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux-ci se brisent au premier coup de masse, tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre, qu'il est plus pur et en plus gros volume; car on peut aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux. Il en est de même de la limaille ou des écailles

de fer; on peut en faire d'excellent fer, soit pour le tirer en fil d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-temps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connoissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie, et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet. On verra dans la note ci-dessous [1], que les canons de fusil

---

[1] Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire, d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon ; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, et chauffée blanche à chaque pouce et demi deux ou trois fois, et souvent plus, pour souder le canon : que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui sont indispensables ? Nous avons supposé le fer parfait et tout de nerf; s'il est parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du carré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur : je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon, qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains; ayant fait tirer une barre du reste du carré, je la pliai à un bout et la corroyai, et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre...

Étant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toute d'un bon grain avec très-peu de nerf : l'extrémité de la lame cassée à froid a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté : la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre en le frappant sur une enclume, et qui montroit en totalité de très-gros et vilains grains sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très-beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain ; ayant plié et corroyé le reste de cette barre dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf et plus de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée. Suivons cette opération : la barre étoit toute de nerf ; la macquette tirée au bout sans la doubler avoit déjà un peu de grains ; celle tirée de la même barre pliée et corroyée avoit encore plus de grains, et enfin un canon provenant de cette barre pliée et corroyée étoit tout de grains larges et brillans comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doit préférer pour la fabri-

ne doivent pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit acquis toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs : si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur, sur vingt-cinq à trente de largeur ; on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois ; et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les aplatir, et ensuite sous des taillans d'acier, pour les fendre en longues verges carrées de trois, cinq et six lignes de grosseur. Il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, et il y a plusieurs forges en France où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie, les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer : c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batterie ; car la cuisson du bois de chêne en charbon ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé; et en général le feu du bois radoucit l'ai-

cation des canons de fusil, le fer aigre et cassant ; je suis bien loin de le penser : mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris ; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différens feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes de fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des fers de grains et de nerf : si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi mi-parti de grains et de nerf, est excellent et résistera à de très-vives épreuves...... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées, qui sont nécessaires pour souder. (*Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.*

greur du fer, et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité : ceux qui sont les plus aigres servent à faire de petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassans que souples; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filière pour faire du gros fil de fer, des anses de chaudière, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie; et au lieu de les fendre sur leur longueur, on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu; ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir; après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres, pour les élargir encore en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur; il faut pour cela du fer doux. J'ai fait de la très-bonne tôle avec de vieilles ferrailles; néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien *sué* et sans pailles, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour faire au martinet du fer de cinq ou six lignes, bien carré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre. J'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cent douze coups par minute : cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail, que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité, et qui soit en même temps très-ferme et très-ductile, pour faire du fil de fer; et il y a quelques forges en Lorraine, Franche-Comté, etc., où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières, depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin. En général, le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties; il doit être bien *sué*, sans pailles, sans soufflures et sans grains apparens. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande pour en faire à mes forges, afin de connoître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de

filerie : elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie deux fois au lieu d'une, à donner à la pièce une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger des barreaux que de douze ou treize lignes en carré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude. J'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries, où ils ont été tirés en fil de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très-bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer-blanc : nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre, dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable[1]. On sait que c'est en étamant la tôle, c'est-à-dire, en la recouvrant d'étain, que l'on fait le fer-blanc : il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène et très-souple, pour qu'elle puisse se plier et se rouler sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit. Pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau, en mettant les feuilles en *doublons* les unes sur les autres jusqu'au nombre de soixante-quatre ; et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébarber et les rendre carrées ; ensuite on plonge ces feuilles une à une dans des eaux *sures* ou aigres pour les *décaper*, c'est-à-dire, pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer. Ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle ; elles enlèvent cette couche noire du fer ; et lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre : il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu, avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux. Cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu ; après quoi on la frotte avec du son sec, afin de la dégraisser ; et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de

[1] Il s'en étoit élevé une à Morambert en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers-généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture étoit assujettie comme étant établie dans une province réputée étrangère.

bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple et le plus ductile fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation, doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier, ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, et lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénètre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe. Je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration, et d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre : mais j'ai constammnet observé qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; et si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation; car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer, avec la seule fonte, et seulement en variant les procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau.

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes : le premier, qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation; le second, que l'on fait avec le fer en employant un cément : tous deux se détériorent également, et perdent leur qualité par des chaudes réitérées; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient; car celles de ces pièces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre; et d'ailleurs les petites boursouflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses. Il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, *sué* et soudé pour avoir de la force et du corps; en sorte que ce procédé de forger les pièces avant de les

mettre dans le cément, ne peut convenir que pour les morceaux épais dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion; et pour cela, si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure. On pourra aussi la tenir plus long-temps en bain dans le creuset, c'est-à-dire, quinze ou seize heures, au lieu de douze; elle achevera pendant ce temps de s'épurer : ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots; et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie : cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire, de vingt-cinq à trente livres seulement; on en fera un barreau carré de dix ou onze lignes au plus; et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres : ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, et se souderont ensemble; l'on en fera une nouvelle loupe, que l'on travaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier; et même, si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois : mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra casser de nouveau le barreau en morceaux, et en former encore une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, et obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très-considérable, et d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux : ainsi je ne conseillerois pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, et qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie pour faire de même de l'acier par la seule dépuration de la fonte, est plus sûre, et même plus simple. On observe d'abord de faire une première fonte, la meilleure et la plus pure

qu'il se peut : cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire, en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, et trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette *floss* est portée et présentée par le bout à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, et couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, et par-dessus la fonte l'on jette du charbon et du laitier pour la couvrir. Après six heures de séjour dans le creuset [1], la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante liveres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou trois *massets*, qui sont ensuite chauffés et *étirés* en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, et qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, et être mises sous le martinet qui leur donne la forme. Il me paroît que le succès de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier, au moyen de la cémentation, a été tentée par nombre d'artistes, et réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie : mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand ; et je ne sache pas que nous ayons en France d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingts milliers de fer en acier ; et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre : c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon de faire, dans mes forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les plus propres pour être convertis en acier par la voie de la cémentation. Les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le *Journal de Physique* du mois de septembre 1782 ; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous [2] : et voici ce que ma propre expérience m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

---

[1] Six pour la première *loupe*, et seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

[2] En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement de faire des expériences en grand, pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui pro-

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le fourneau de la fenderie, plusieurs bandes de mon fer de la meilleure qualité, et qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on envoyoit aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en même

---

duisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation; leur poids total étoit de quarante mille sept cent deux livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives, dont trente-sept heures de petit feu, vingt-quatre de feu médiocre, et quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif, qu'il fondit les briques du revêtement du fourneau, du diaphragme, des arceaux, et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires.....

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse, on en constata le poids qui se trouva augmenté de soixante-une livres : mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du cément, qui restent attachées à la surface des barres. M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit, dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres, bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation, pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non-seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le fer; et s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier, se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très-solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville, faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémentation ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on aperçoit, est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quantité est d'autant plus grande, que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules : ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire, qui sont bien unis, bien sués au-dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très-grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces des barres

temps d'autres bandes de fer moins épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait chauffer à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit que deux pieds et demi de longueur

---

de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire, de supersaturation : ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave, au contraire, annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant et timbré.

Le fer cémenté, en passant à l'état d'acier, devient sonore, et devient aussi très-fragile, puisque l'acier poule ou boursouflé est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid : le fer peut donc être rendu fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe, qui, en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation; qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparens; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer, et ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition : l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection des différens fers convertis en acier dans l'ordre suivant.

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche de Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace. Quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée; et il a remarqué qu'en général les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très-difficile à traiter, et défectueux par la désunion de son étoffe; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli; et il conclut qu'on peut faire de très-bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication. Il désigne en même temps les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier dans l'ordre suivant : Alsace, Champagne, Dauphiné, Limosin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri et Bourgogne.

Il seroit fort à désirer que le gouvernement donnât des encouragemens pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non-seulement pour l'acier par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, surtout dans les arts de première nécessité.

sur dix-huit pouces de largeur et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça une à une les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchoient pas, et qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût remplie, à trois pouces près, dans toute sa hauteur : on remplit ces trois derniers pouces vides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler. Cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse, dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon. On a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse une ouverture où l'on passe par le dehors une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur ou de très-bonnes briques bien jointes et bien lutées avec de l'argile. Cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au-dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer, sur lesquels on met le bois, qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée. La voûte inférieure

communique alentour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux. Cette cheminée est élevée de trente pieds au-dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation : on reconnoîtra, tant aux petites boursouflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier; et, d'après cette connoissance, l'on fera cesser ou continuer le feu; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, et qui dès-lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué : 1°. que celles qui étoient de bon fer épuré avoient perdu toute apparence de nerf, et présentoient à leur cassure un grain très-fin d'acier, tandis que les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2°. qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus et de plus grandes boursouflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3°. que les bandes voisines des parois des caisses n'étoient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse, et que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer, dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'*acier boursouflé* : il faut ensuite le chauffer très-doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille, et l'on ne peut le forger. Il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper. Mais j'excéderois les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'histoire naturelle, si j'entrois dans de plus grands détails sur les différens arts du travail du fer; peut-être même trouvera-t-on que je me suis déjà trop étendu sur l'objet du fer en particulier : je me bornerai donc aux instructions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation; on sait que le fer le

plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer; l'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différens, et l'acier est, pour ainsi dire, un fer plus métallique que le simple fer : il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer par des cémens dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire, en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables, telles que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais dans cette conversion du fer en acier, quels sont les élémens qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir? Indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogènes? Le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent elle doit achever de purifier le fer. Mais il y a quelque chose de plus; car si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendroit nécessairement plus léger : or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent; dès-lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier?

La trempe produit dans le fer et l'acier des changemens qui n'ont pas encore été assez observés; et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains. J'ai vu dans mes forges que les ouvriers, accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils

viennent de forger, afin de la refroidir plus promptement, ayant, dans un temps de forte gelée, suivi leur habitude et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands : la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié qui avoit été trempée à la glace n'avoit plus de nerf, et ne présentoit qu'un mauvais grain. Cette expérience est très-certaine, et ne fut que trop répétée chez moi ; car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié étoit la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et de reforger toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret; et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus. «La trempe change « la forme des pièces minces d'acier; elle les voile et les courbe en « différens sens; elle y produit des cassures et des gerçures : ces der- « niers effets sont très-communs, et néanmoins très-préjudiciables. « Ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec « assez de régularité; ce qui fait que, passant rapidement du « chaud au froid, toutes les parties ne reçoivent pas avec égalité « l'impression du froid. Il en est de même si l'acier n'est pas bien « pur, ou contient quelques corps étrangers; ils produiront né- « cessairement des cassures.......... Le bon acier ne casse à la pre- « mière trempe que quand il est trop écroui par le marteau; celui « qu'on n'écrouit point du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne « casse point à la première trempe; et l'on doit remarquer que « l'acier prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe... Plus « on donne de trempe à l'acier, et plus il s'y forme de cassures; « car la matière de l'acier ne cesse de travailler à chaque trempe. « L'acier fondu d'Angleterre se gerce de plusieurs cassures, et « celui de Stirie non-seulement se casse, mais se crible par des « trempes réitérées....... Pour prévenir l'effet des cassures, il faut « chauffer couleur de cerise la pierre d'acier, et la tremper dans « du suif, en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait perdu son rouge. « On peut, au lieu de suif, employer toute autre graisse; elle « produira le même effet, et préservera l'acier des cassures que la « trempe à l'eau ne manque pas de produire. On donnera, si « l'on veut, ensuite une trempe à l'ordinaire à la pièce d'acier, ou « l'on s'en tiendra à la seule trempe du suif. L'artiste doit tâcher de « conduire son travail de manière qu'il ne soit obligé de tremper « qu'une fois; car chaque trempe altère de plus en plus la ma-

« tière de l'acier. Au reste, la trempe au suif ne durcit pas l'acier, « et par conséquent ne suffit pas pour les instrumens tranchans, « qui doivent être très-durs : ainsi il faudra les tremper à l'eau « après les avoir trempés au suif. On a observé que la trempe à « l'huile végétale donne plus de dureté que la trempe au suif ou « à toute autre graisse animale; et c'est sans doute parce que « l'huile contient plus d'eau que la graisse. »

L'écrouissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs, et occasione en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier. La trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *récrouies*, et qui sont par conséquent devenues les plus dures. L'or, l'argent, le cuivre, battus à froid, s'écrouissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau. Il n'en est pas de même de l'étain et du plomb, qui, quoique battus fortement et long-temps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt; et on rend le plomb si mou et si chaud, qu'il paroît aussi prêt à se fondre. Mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir : ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et de l'étain, pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étoient entre ses parties intégrantes; et c'est par cette raison qu'en remettant le métal écroui dans le feu, dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier. La trempe dans l'eau très-

froide rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-à-fait cassant; et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très-vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit empêcher le forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir; et même il ne faut pas qu'il jette une grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence. Il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les Nègres, quoique les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous de la cendre chaude les instrumens de bois qu'ils veulent rendre tranchans : la chaleur fait ouvrir les pores du bois, qui s'imbibe encore plus de cette graisse; et lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur, qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourroient traverser le corps d'un homme; leurs haches de bois trempées de même, tranchent tous les autres bois. On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse. Ainsi dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très-dur, c'est-à-dire à l'eau froide, est en même temps très-cassant; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui, étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli [1].

---

[1] On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain délayée dans de l'esprit-de-vin que l'on polit l'acier; mais les Anglais emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret; du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre. Il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie : on se sert d'un brunissoir de bois de noyer, sur lequel on colle un morceau de peau de buffle, qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée délayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre, pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvé la meil-

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant et noir, qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre. Nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier. Ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très-parfaite : mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu; cela demande les plus grandes précautions; car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries, on fait les filières, qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage :* on le fait fondre; et au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement avec un marteau à main; et à mesure qu'il prend du corps, on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vitesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglais forgent leur acier fondu; et on assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc., qui doivent être très-tranchans, et prendre le plus de dureté et le plus beau poli : mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épée, doivent avoir du ressort; et c'est par cette raison que dans le Levant comme en Europe les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer, qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasquiner l'acier; cela ne se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent réitérée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat[1]. Cet

---

leure pour polir parfaitement l'acier, est l'acier lui-même fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau-forte, est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier : il faut laver ce colcotar encore chaud plusieurs fois, et le réduire au dernier degré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines qui formeroient des taches bleuâtres sur le poli. Il paroît que M. Langlois est de nos artistes celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

[1] Monsieur, de retour à Klingensthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabriquer des lames de sabre et de couteaux de chasse de même étoffe et de même qualité que celles

habile artiste, qui a porté notre manufacture des armes blanches à un grand point de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau et par la réunion de différens aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer, que l'on vient à bout de damasquiner les lames de sabre, et de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité et la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

Il me resteroit encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer; je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets : chacun demanderoit un traité particulier; et l'on pourroit compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses mines jusqu'à sa con-

---

de Turquie connues sous le nom de *damas*; les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec de l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent; et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paroissoient à l'intérieur l'être parfaitement, et on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent : la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse : c'est dans cette opération, en aplatissant et en allongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts; et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pailleuses sans qu'on ait pu y remédier; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé et ont donné des lames sans pailles; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu qui s'y étoit attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très-belles lames. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités, pour le tranchant et la solidité, que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes mes forces sur des nœuds de bois de chêne qu'elles ont coupés sans s'ébrécher, j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir long-temps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il sembleroit, d'après ces épreuves :



version en acier et sa fabrication en canons de fusil, lames d'épée, ressorts de montre, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, en suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres; le reste appartient moins à l'histoire de la Nature qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très-dur, n'est pas fort dense; c'est, après l'étain, le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau, ne perd guère qu'un huitième de son poids, et ne pèse que cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres le pied cube [1]. L'acier pèse cinq cent quarante-huit à cinq cent quarante-neuf

---

1°. Que s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2°. Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors ouverts de l'acier : lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume, et il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3°. L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité; et l'opinion du public, qui avoit décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-même, monsieur, vous n'y aves pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en étoit cependant entré.

4°. Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différens aciers qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l'arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée :

1°. Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité ;

2°. Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries;

3°. Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillé pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent : vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois, qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

[1] On a écrit et répété partout que le pied cube de fer pèse cinq cent quatre-vingts livres; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également que cinq cent quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube, et que le pied cube d'acier pèse cinq cent quarante-huit livres : on s'étoit donc trompé de trente-cinq livres, en estimant cinq cent quatre-vingts livres le poids d'un pied cube de fer.

livres; et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer : je dis le meilleur fer; car en général ce métal est sujet à varier pour la densité, ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres : elle augmente aussi dans certaines circonstances, et diminue dans d'autres; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant paroît appartenir au fer, à l'exclusion de toute autre matière; car nous ne connoissons dans la Nature aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique, et qui puisse même l'acquérir par notre art : rien, au contraire, ne peut la faire perdre au fer, tant qu'il existe dans son état de métal; et non-seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir aimant; et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même [1].

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande; selon Musschenbroeck, un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre : mais j'ai reconnu par ma propre expérience qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon et du mauvais fer [2]; et quoiqu'on chosisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différens fils de fer de même grosseur; et l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très-violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même temps qu'il se fond, il se brûle et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible, et se changer en mâchefer : cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier : l'air, qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attaque pas de même et ne fait qu'en ternir la surface : l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue; elle en divise et sépare les par-

---

[1] Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

[2] Voyez le *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome II, page 94.

ties constituantes; et l'on peut, avec de l'eau pure, réduire ce métal en une poudre très-fine [1], laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal; car elle est attirable à l'aimant et se dissout comme le fer dans tous les acides. Ainsi ni l'eau ni l'air seuls n'ôtent au fer sa qualité magnétique; il faut le concours de ces deux élémens, ou plutôt l'action de l'acide aérien, pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout; il le saisit d'abord avec la plus grande violence; et lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas : il dissout le nouveau fer qu'on lui présente, en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique, même affoibli, dissout aussi le fer avec effervescence et chaleur, et les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très-inflammables. En la faisant évaporer et la laissant refroidir, on obtient des cristaux vittrioliques verts, qui sont connus sous le nom de *couperose* [2].

L'acide marin dissout très-bien le fer, et l'eau régale encore mieux. Ces acides nitreux et marin, soit séparément, soit conjointement, forment avec le fer des sels qui, quoique métalliques, sont déliquescens; mais dans quelque acide que le fer soit dissous, on peut toujours l'en séparer par le moyen des alcalis ou des terres calcaires : on peut aussi le précipiter par le zinc, etc.

Le soufre, qui fait fondre le fer rouge en un instant, est plutôt le destructeur que le dissolvant de ce métal; il en change la nature et le réduit en pyrite. La force d'affinité entre le soufre et le fer eetsi grande, qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre, même sans le secours du feu; car, dans cet état de pyrite, ils produisent eux-mêmes de la chaleur et du feu, à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissous ou décomposé, il paroît que ses précipités et ses chaux en safran, en ocre, en rouille, etc., sont tous colorés de jaune, de rougeâtre ou de brun : aussi emploie-t-on ces chaux de fer pour la peinture à l'huile et pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier avec tous les autres métaux, à l'excep-

---

[1] Prenez de la limaille de fer nette et brillante; mettez-la dans un vase; versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux; faites-la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine, qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau : cette poudre est encore du vrai fer très-attirable à l'aimant.

[2] Voyez ci-devant l'article du *vitriol*.

tion du plomb et du mercure. Suivant M. Geller, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant : l'or, l'argent, le cuivre; et, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb. Mais ce dernier chimiste devoit exclure le plomb et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal; nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidens de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre [1].

DE L'OR.

AUTANT nous avons vu le fer subir de transformations et prendre d'états différens, soit par les causes naturelles, soit par les effets de notre art; autant l'or nous paroîtra fixe, immuable et constamment le même sous notre main comme sous celle de la Nature. C'est de toutes les matières du globe la plus pesante, la plus inaltérable, la plus tenace, la plus extensible; et c'est par la réunion de ces caractères prééminens que, dans tous les temps, l'or a été regardé comme le métal le plus parfait et le plus précieux : il est devenu le signe universel et constant de la valeur de toute autre matière, par un consentement unanime et tacite de tous les peuples policés. Comme il peut se diviser à l'infini sans rien perdre de son essence, et même sans subir la moindre altération, il se trouve disséminé sur la surface entière du globe, mais en molécules si ténues, que sa présence n'est pas sensible. Toute la couche de la terre qui recouvre le globe en contient, mais c'est en si petite quantité, qu'on ne l'aperçoit pas et qu'on ne peut le recueillir : il est plus apparent, quoique encore en très-petite quantité, dans les sables entraînés par les eaux et détachés de la masse des rochers qui le recèlent; on le voit quelquefois briller dans ces sables, dont il est aisé de le séparer par des lotions réitérées. Ces paillettes charriées par les eaux, ainsi que toutes les autres particules de l'or qui sont disséminées sur la terre, proviennent également des mines primordiales de ce métal. Ces mines gisent dans les fentes du quarz, où elles se sont établies peu de temps après la consolidation du globe : souvent l'or y est mêlé avec d'autres métaux, sans en être altéré; presque toujours il est allié d'argent, et néanmoins

[1] Voyez ci-après l'article de la *platine*.

il conserve sa nature dans le mélange, tandis que les autres métaux, corrompus et minéralisés, ont perdu leur première forme avant de voir le jour, et ne peuvent ensuite la reprendre que par le travail de nos mains : l'or, au contraire, vrai métal de nature, a été formé tel qu'il est; il a été fondu ou sublimé par l'action du feu primitif, et s'est établi sous la forme qu'il conserve encore aujourd'hui; il n'a subi d'autre altération que celle d'une division presque infinie, car il ne se présente nulle part sous une forme minéralisée : on peut même dire que, pour minéraliser l'or, il faudroit un concours de circonstances qui ne se trouvent peut-être pas dans la Nature, et qui lui feroient perdre ses qualités les plus essentielles; car il ne pourroit prendre cette forme minéralisée qu'en passant auparavant par l'état de précipité; ce qui suppose précédemment sa dissolution par la réunion des acides nitreux et marin : et ces précipités de l'or ne conservent pas les grandes propriétés de ce métal; ils ne sont plus inaltérables, et ils peuvent être dissous par les acides simples. Ce n'est donc que sous cette forme de précipité que l'or pourroit être minéralisé; et comme il faut la réunion de l'acide nitreux et de l'acide marin pour en faire la dissolution, et ensuite un alcali ou une matière métallique pour opérer le précipité, ce seroit par le plus grand des hasards que ces combinaisons se trouveroient réunies dans le sein de la terre, et que ce métal pourroit être dans un état de minéralisation naturelle.

L'or ne s'est établi sur le globe que quelque temps après sa consolidation, et même après l'établissement du fer, parce qu'il ne peut pas supporter un aussi grand degré de feu sans se sublimer ou se fondre : aussi ne s'est-il point incorporé dans la matière vitreuse; il a seulement rempli les fentes du quarz, qui toujours lui sert de gangue : l'or s'y trouve dans son état de nature, et sans autre caractère que celui d'un métal fondu; ensuite il s'est sublimé par la continuité de cette première chaleur du globe, et il s'est répandu sur la superficie de la terre en atomes impalpables et presque imperceptibles.

Les premiers dépôts ou mines primitives de cette matière précieuse ont donc dû perdre de leur masse et diminuer de quantité, tant que le globe a conservé assez de chaleur pour en opérer la sublimation; et cette perte continuelle, pendant les premiers siècles de la grande chaleur du globe, a peut-être contribué, plus qu'aucune autre cause, à la rareté de ce métal, et à sa dissémination universelle en atomes infiniment petits : je dis universelle, parce qu'il y a peu de matières à la surface de la terre qui n'en

contiennent une petite quantité ; les chimistes en ont trouvé dans la terre végétale, et dans toutes les autres terres qu'ils ont mises à l'épreuve [1].

Au reste, ce métal, le plus dense de tous, est en même temps celui que la Nature a produit en plus petite quantité. Tout ce qui est extrême est rare, par la raison même qu'il est extrême : l'or pour la densité, le diamant pour la dureté, le mercure pour la volatilité, étant extrêmes en qualité, sont rares en quantité. Mais pour ne parler ici que de l'or, nous observerons d'abord que quoique la Nature paroisse nous le présenter sous différentes formes, toutes néanmoins ne diffèrent les unes des autres que par la quantité et jamais par la qualité, parce que ni le feu, ni l'eau, ni l'air, ni même tous ces élémens combinés, n'altèrent pas son essence, et que les acides simples, qui détruisent les autres métaux, ne peuvent l'entamer [2].

En général, on trouve l'or dans quatre états différens, tous relatifs à sa seule divisibilité ; savoir, en poudre, en paillettes, en grains, et en filets séparés ou conglomérés. Les mines primordiales de ce métal sont dans les hautes montagnes, et forment des filons dans le quarz jusqu'à d'assez grandes profondeurs ; elles se sont établies dans les fentes perpendiculaires de cette roche quarzeuse, et l'or y est toujours allié d'une plus ou moins grande quantité d'argent : ces deux métaux y sont simplement mélangés et font masse commune ; ils sont ordinairement incrustés en filets

---

[1] L'or trouvé par nos chimistes récens dans la terre végétale, est une preuve de la dissémination universelle de ce métal, et ce fait paroît avoir été connu précédemment ; car Boerhaave parle d'un programme présenté aux états-généraux, sous ce titre : *De arte extrahendi aurum è qualibet terra arvensi.*

[2] M. Tillet, savant physicien de l'Académie des Sciences, s'est assuré que l'acide nitreux, rectifié autant qu'il est possible, ne dissout pas un seul atome de l'or qu'on lui présente. A la vérité, l'eau-forte ordinaire semble attaquer un peu les feuilles d'or par une opération forcée, en faisant bouillir, par exemple, quatre ou cinq onces de cet acide sur un demi-gros d'or pur réduit en une lame très-mince, jusqu'à ce que toute la liqueur soit réduite au poids de quelques gros : alors la petite quantité d'acide qui reste, se trouve chargée de quelques particules d'or ; mais le métal y est dans l'état de suspension, et non pas véritablement dissous, puisqu'au bout de quelque temps, il se précipite au fond du flacon, quoique bien bouché, ou bien il surnage à la surface de la liqueur avec son brillant métallique, au lieu que, dans une véritable dissolution, telle qu'on l'opère par l'eau régale, la combinaison du métal est si parfaite avec les deux acides réunis, qu'il ne les quitte jamais de lui-même. D'après ce rapport de M. Tillet, il est aisé de concevoir que l'acide nitreux, forcé d'agir par la chaleur, n'agit ici que comme un corps qui en frotteroit un autre, et en détacheroit par conséquent quelques particules, et dès-lors on peut assurer que cet acide ne peut ni dissoudre ni même attaquer l'or par ses propres forces.

ou en lames dans la pierre vitreuse, et quelquefois ils s'y trouvent en masses et en faisceaux conglomérés. C'est à quelque distance de ces mines primordiales que se trouve l'or en petites masses, en grains, en pépites, etc.; et c'est dans les ravines des montagnes qui en récèlent les mines, qu'on le recueille en plus grande quantité : on le trouve aussi en paillettes et en poudre dans les sables que roulent les torrens et les rivières qui descendent de ces mêmes montagnes, et souvent cette poudre d'or est dispersée et disséminée sur les bords de ces ruisseaux et dans les terres adjacentes[1]. Mais soit en poudre, en paillettes, en grains, en filets ou en masses, l'or de chaque lieu est toujours de la même essence, et ne diffère que par le degré de pureté : plus il est divisé, plus il est pur, en sorte que s'il est à vingt karats dans sa mine en montagne, les poudres et les paillettes qui en proviennent sont souvent à vingt-deux et vingt-trois karats, parce qu'en se divisant, ce métal s'est épuré et purgé d'une partie de son alliage naturel. Au reste, ces paillettes et ces grains, qui ne sont que des débris des mines primordiales, et qui ont subi tant de mouvemens, de chocs et de rencontres d'autres matières, n'en ont rien souffert qu'une plus grande division; elles ne sont jamais intérieurement altérées, quoique souvent recouvertes à l'extérieur de matières étrangères.

L'or le plus fin, c'est-à-dire, le plus épuré par notre art, est, comme l'on sait, à vingt-quatre karats : mais l'on n'a jamais trouvé d'or à ce titre dans le sein de la terre, et dans plusieurs mines il n'est qu'à vingt et même à seize et quatorze karats, en sorte qu'il contient souvent un quart et même un tiers de mélange; et cette matière étrangère qui se trouve originairement alliée avec l'or, est une portion d'argent, lequel, quoique beaucoup moins dense et par conséquent moins divisible que l'or, se réduit néanmoins en molécules très-ténues. L'argent est, comme l'or, inaltérable, inaccessible aux efforts des élémens humides, dont l'action détruit tous les autres métaux; et c'est par cette prérogative de l'or et de l'argent qu'on les a toujours regardés comme des métaux parfaits, et que le cuivre, le plomb, l'étain et le fer, qui sont tous sujets à plus ou moins d'altération par l'impression des agens extérieurs, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers. L'or

[1] Wallerius compte douze sortes d'or dans les sables; mais ces douze sortes doivent se réduire à une seule, parce qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par la couleur, la grosseur ou la figure, et qu'au fond c'est toujours le même or.

se trouve donc allié d'argent, même dans sa mine la plus riche et sur sa gangue quarzeuze ; ces deux métaux, presque aussi parfaits, aussi purs l'un que l'autre, n'en sont que plus intimement unis : le haut ou bas aloi de l'or natif dépend donc principalement de la petite ou grande quantité d'argent qu'il contient. Ce n'est pas que l'or ne soit aussi quelquefois mêlé de cuivre et d'autres substances métalliques [1] : mais ces mélanges ne sont, pour ainsi dire, qu'extérieurs ; et, à l'exception de l'argent, l'or n'est point allié, mais seulement contenu et disséminé dans toutes les autres matières métalliques ou terreuses.

On seroit porté à croire, vu l'affinité apparente de l'or avec le mercure et leur forte attraction mutuelle, qu'ils devroient se trouver assez souvent amalgamés ensemble ; cependant rien n'est plus rare, et à peine y a-t-il un exemple d'une mine où l'on ait trouvé l'or pénétré de ce minéral fluide. Il me semble qu'on peut en donner la raison d'après ma théorie ; car, quelque affinité qu'il y ait entre l'or et le mercure, il est certain que la fixité de l'un et la grande volatilité de l'autre ne leur ont guère permis de s'établir en même temps ni dans les mêmes lieux, et que ce n'est que par des hasards postérieurs à leur établissement primitif, et par des circonstances très-particulières, qu'ils ont pu se trouver mélangés.

L'or répandu dans les sables, soit en poudre, en paillettes ou en grains plus ou moins gros, et qui provient du débris des mines primitives, loin d'avoir rien perdu de son essence, a donc encore acquis de la pureté. Les sels acides, alcalins et arsenicaux, qui rongent toutes les substances métalliques, ne peuvent entamer celle de l'or. Ainsi, dès que les eaux ont commencé de détacher et d'entraîner les minerais des différens métaux, tous auront été altérés, dissous, détruits par l'action de ces sels ; l'or seul a conservé son essence intacte, et il a même défendu celle de l'argent, lorsqu'il s'y est trouvé mêlé en suffisante quantité.

L'argent, quoique aussi parfait que l'or à plusieurs égards, ne se trouve pas aussi communément en poudre ou en paillettes dans les sables et les terres. D'où peut provenir cette différence, à laquelle il me semble qu'on n'a pas fait assez d'attention ? Pourquoi les terrains au pied des montagnes à mines sont-ils semés de poudre d'or ? Pourquoi les torrens qui s'en écoulent roulent-ils des paillettes et des grains de ce métal, et que l'on trouve si

[1] Par exemple, l'or de Guinée, de Sofala, de Malaca, contient du cuivre et très-peu d'argent, et le cuivre des mines de Coquimbo au Pérou contient, à ce qu'on dit, de l'or sans aucun mélange d'argent.

peu de poudre, de paillettes ou de grains d'argent dans ces mêmes sables, quoique les mines d'où découlent ces eaux contiennent souvent beaucoup plus d'argent que d'or? N'est-ce pas une preuve que l'argent a été détruit avant de pouvoir se réduire en paillettes, et que les sels de l'air, de la terre et des eaux l'ont saisi, dissous, dès qu'il s'est trouvé réduit en petites parcelles, au lieu que ces mêmes sels ne pouvant attaquer l'or, sa substance est demeurée intacte lors même qu'il s'est réduit en poudre ou en atomes impalpables?

En considérant les propriétés générales et particulières de l'or, on a d'abord vu qu'il étoit le plus pesant et par conséquent le plus dense des métaux [1], qui sont eux-mêmes les substances les plus

---

[1] La densité de l'or a été bien déterminée par M. Brisson, de l'Académie des Sciences. L'eau distillée étant supposée peser 10000 livres, il a vu que l'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse 192581 livres 12 onces 3 gros 62 grains, et que par conséquent un pied cube de cet or pur peseroit 1348 livres 1 once 0 gros 61 grains; et que ce même or à 24 karats, fondu et battu, pèse relativement à l'eau 193617 livres 12 onces 4 gros 28 grains, en sorte que le pied cube de cet or peseroit 1355 livres 5 onces 0 gros 60 grains. L'or des ducats d'Hollande approche de très-près ce degré de pureté; car la pesanteur spécifique de ces ducats est de 193519 livres 12 onces 4 gros 25 grains, ce qui donne 1364 livres 10 onces 1 gros 2 grains pour le poids d'un pied cube de cet or. J'observerai que pour avoir au juste les pesanteurs spécifiques de toutes les matières, il faut non-seulement se servir d'eau distillée; mais que pour connoître exactement le poids de cette eau, il faudroit en faire distiller une assez grande quantité, par exemple, assez pour remplir un vaisseau cubique d'un pied de capacité, peser ensuite le tout, et déduire la tare du vaisseau; cela seroit plus juste que si l'on n'employoit qu'un vaisseau de quelques pouces cubiques de capacité : il faudroit aussi que le métal fût absolument pur, ce qui n'est peut-être pas possible, mais au moins le plus pur qu'il se pourra. Je me suis beaucoup servi d'un globe d'or, raffiné avec soin, d'un pouce de diamètre, pour mes expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps; et en le pesant dans l'eau commune, j'ai vu qu'il ne perdoit pas $^1/_{19}$ de son poids : mais probablement cette eau étoit bien plus pesante que l'eau distillée. Je suis donc très-satisfait qu'un de nos habiles physiciens ait déterminé plus précisément cette densité de l'or à 24 karats, qui, comme l'on voit, augmente de poids par la percussion : mais étoit-il bien assuré que cet or fût absolument pur? il est presque impossible d'en séparer en entier l'argent que la Nature y a mêlé; et d'ailleurs la pesanteur de l'eau même distillée varie avec la température de l'atmosphère, et cela laisse encore quelque incertitude sur la mesure exacte de la densité de ce métal précieux. Ayant sur cela communiqué mes doutes à M. de Morveau, il a pris la peine de s'assurer qu'un pied cube d'eau distillée pèse 71 livres 7 onces 5 gros 8 grains et $^1/_{24}$ de grain, l'air étant à la température de 12 degrés. L'eau, comme l'on sait, pèse plus ou moins, suivant qu'il fait plus froid ou plus chaud, et les différences qu'on a trouvées dans la densité des différentes matières soumises à l'épreuve de la balance hydrostatique, viennent non-seulement du poids absolu de l'eau à laquelle on les compare, mais encore du degré de la chaleur actuelle de ce liquide : et c'est par cette raison qu'il faut un degré fixe, tel que la température de 12 degrés, pour que le résultat de la comparaison soit juste. Un pied cube d'eau distillée, pesant donc toujours, à la température de 12 degrés, 71

pesantes de toutes les matières terrestres. Rien ne peut altérer ou changer dans l'or cette qualité prééminente. On peut dire qu'en général la densité constitue l'essence réelle de toute matière brute, et que cette première propriété fixe en même temps nos idées sur la proportion de la quantité de l'espace à celle de la matière sous un volume donné. L'or est le terme extrême de cette proportion, toute autre substance occupant plus d'espace; il est donc la matière par excellence, c'est-à-dire, la substance qui de toutes est la plus matière; et néanmoins ce corps si dense et si compacte, cette matière dont les parties sont si rapprochées, si serrées, contient peut-être encore plus de vide que de plein, et par conséquent nous démontre qu'il n'y a point de matière sans pores, que le contact des atomes matériels n'est jamais absolu ni complet, qu'enfin il n'existe aucune substance qui soit pleinement matérielle, et dans laquelle le vide ou l'espace ne soit interposé, et n'occupe autant et plus de place que la matière même.

Mais, dans toute matière solide, ces atomes matériels sont assez voisins pour se trouver dans la sphère de leur attraction mutuelle, et c'est en quoi consiste la ténacité de toute matière solide; les atomes de même nature sont ceux qui se réunissent de plus près : ainsi la ténacité dépend en partie de l'homogénéité. Cette vérité peut se démontrer par l'expérience; car tout alliage diminue ou détruit la ténacité des métaux : celle de l'or est si forte, qu'un fil de ce métal, d'un dixième de ligne de diamètre, peut porter, avant de se rompre, cinq cents livres de poids; aucune autre matière métallique ou terreuse ne peut en supporter autant.

La divisibilité et la ductilité ne sont que des qualités secondaires qui dépendent en partie de la densité et en partie de la ténacité ou de la liaison des parties constituantes. L'or, qui, sous un même volume, contient plus du double de matière que le cuivre, sera par cela seul une fois plus divisible; et comme les parties inté-

---

livres 7 onces 5 gros 8 $^1/_{24}$ grains, il est certain que si l'or perd dans l'eau $^1/_{19}$ de son poids, le pied cube de ce métal pèse 1358 livres 1 once 1 gros 8 $^{19}/_{29}$ grains, et je crois cette estimation trop forte; car, comme je viens de le dire, le globe d'or très-fin, d'un pouce de diamètre, dont je me suis servi, ne perdoit pas $^1/_{19}$ de son poids dans de l'eau qui n'étoit pas distillée, et par conséquent il se pourroit que dans l'eau distillée il n'eût perdu que $^1/_{18}$ $^3/_4$, et dans ce cas ($^1/_{18}$ $^3/_4$) le pied cube d'or ne peseroit réellement que 1340 livres 9 onces 2 gros 25 grains : il me paroît donc qu'on a exagéré la densité de l'or, en assurant qu'il perd dans l'eau plus de $^1/_{19}$ de son poids, et que c'est tout au plus s'il perd $^1/_{19}$, auquel cas le pied cube peseroit 1358 livres. Ceux qui assurent qu'il n'en pèse que 1348, et qui disent en même temps qu'il perd dans l'eau entre $^1/_{19}$ et $^1/_{20}$ de son poids, ne se sont pas aperçus que ces deux résultats sont démentis l'un par l'autre.

grantes de l'or sont plus voisines les unes des autres que dans toute autre substance, sa ductilité est aussi la plus grande, et surpasse celle des autres métaux dans une proportion bien plus grande que celle de la densité ou de la ténacité, parce que la ductilité, qui est le produit de ces deux causes, n'est pas en rapport simple à l'une ou à l'autre de ces qualités, mais en raison composée des deux. La ductilité sera donc relative à la densité multipliée par la ténacité; et c'est ce qui, dans l'or, rend cette ductilité encore plus grande à proportion que dans tout autre métal.

Cependant la forte ténacité de l'or, et sa ductilité encore plus grande, ne sont pas des propriétés aussi essentielles que sa densité; elles en dérivent et ont leur plein effet tant que rien n'intercepte la liaison des parties constituantes, tant que l'homogénéité subsiste, et qu'aucune force ou matière étrangère ne change la position de ces mêmes parties : mais ces deux qualités qu'on croiroit essentielles à l'or, se perdent dès que sa substance subit quelque dérangement dans son intérieur; un grain d'arsenic ou d'étain jeté sur un marc d'or en fonte, ou même leur vapeur, suffit pour altérer toute cette quantité d'or, et le rend aussi fragile qu'il étoit auparavant tenace et ductile. Quelques chimistes ont prétendu qu'il perd de même sa ductilité par les matières inflammables, par exemple, lorsqu'étant en fusion il est immédiatement exposé à la vapeur du charbon; mais je ne crois pas que cette opinion soit fondée.

L'or perd aussi sa ductilité par la percussion; il s'écrouit, devient cassant, sans addition ni mélange d'aucune matière ni vapeur, mais par le seul dérangement de ses parties intégrantes : ainsi ce métal, qui de tous est le plus ductile, n'en perd pas moins aisément sa ductilité; ce qui prouve que ce n'est point une propriété essentielle et constante à la matière métallique, mais seulement une qualité relative aux différens états où elle se trouve, puisqu'on peut lui ôter par l'écrouissement et lui rendre par le recuit au feu cette qualité ductile alternativement, et autant de fois qu'on le juge à propos. Au reste, M. Brisson, de l'Académie des Sciences, a reconnu par des expériences très-bien faites, qu'en même temps que l'écrouissement diminue la ductilité des métaux, il augmente leur densité, qu'ils deviennent par conséquent d'une plus grande pesanteur spécifique, et que cet excédant de densité s'évanouit par le recuit.

La fixité au feu, qu'on regarde encore comme une des propriétés essentielles de l'or, n'est pas aussi absolue ni même aussi grande qu'on le croit vulgairement, d'après les expériences de

Boyle et de Kunckel; ils ont, disent-ils, tenu pendant quelques semaines de l'or en fusion sans aucune perte sur son poids : cependant je suis assuré, par des expériences faites dès l'année 1747[1], à mon miroir de réflexion, que l'or fume et se sublime en vapeurs, même avant de se fondre; on sait d'ailleurs qu'au moment que ce métal devient rouge, et qu'il est sur le point d'entrer en fusion, il s'élève à sa surface une petite flamme d'un vert léger : et M. Macquer, notre savant professeur de chimie, a suivi les progrès de l'or en fonte au foyer d'un miroir réfringent, et a reconnu de même qu'il continuoit de fumer et de s'exhaler en vapeur; il a démontré que cette vapeur étoit métallique, qu'elle saisissoit et doroit l'argent ou les autres matières qu'on tenoit au-dessus de cet or fumant. Il n'est donc pas douteux que l'or ne se sublime en vapeurs métalliques, non-seulement après, mais même avant sa fonte au foyer des miroirs ardens : ainsi ce n'est pas la très-grande violence de ce feu du soleil qui produit cet effet, puisque la sublimation s'opère à un degré de chaleur assez médiocre, et avant que ce métal entre en fusion; dès-lors, si les expériences de Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on sera forcé de convenir que l'effet de notre feu sur l'or n'est pas le même que celui du feu solaire, et que s'il ne perd rien au premier, il peut perdre beaucoup et peut-être tout au second. Mais je ne puis m'empêcher de douter de la réalité de cette différence d'effets du feu solaire et de nos feux, et je présume que ces expériences de Boyle et de Kunckel n'ont pas été suivies avec assez de précision pour en conclure que l'or est absolument fixe au feu de nos fourneaux.

L'opacité est encore une de ces qualités qu'on donne à l'or par excellence au-dessus de toute autre matière; elle dépend, dit-on, de la *grande densité de ce métal : la feuille d'or la plus mince ne laisse passer de la lumière que par les gerçures accidentelles qui s'y trouvent*. Si cela étoit, les matières les plus denses seroient toujours les plus opaques; mais souvent on observe le contraire, et l'on connoît des matières très-légères qui sont entièrement opaques, et des matières pesantes qui sont transparentes. D'ailleurs les feuilles de l'or battu laissent non-seulement passer de la lumière par leurs gerçures accidentelles, mais à travers leurs pores, et Boyle a, ce me semble, observé le premier que cette lumière qui traverse l'or est bleue : or les rayons bleus sont les plus petits atomes de la lumière solaire; ceux des rayons rouges et jaunes sont les plus gros; et c'est peut-être par cette raison que les bleus peuvent passer à

---

[1] Voyez les Mémoires sur les miroirs ardens.

travers l'or réduit en feuilles, tandis que les autres, qui sont plus gros, ne sont point admis ou sont tous réfléchis, et cette lumière bleue étant uniformément apparente sur toute l'étendue de la feuille, on ne peut douter qu'elle n'ait passé par ses pores et non par les gerçures. Ceci n'a rapport qu'à l'effet; mais pour la cause, si l'opacité, qui est le contraire de la transparence, ne dépendoit que de la densité, l'or seroit certainement le corps le plus opaque, comme l'air est le plus transparent : mais combien n'y a-t-il pas d'exemples du contraire? Le cristal de roche, si transparent, n'est-il pas plus dense que la plupart des terres ou pierres opaques? Et si l'on attribue la transparence à l'homogénéité, l'or, dont les parties paroissent être homogènes, ne devroit-il pas être très-transparent? Il me semble donc que l'opacité ne dépend ni de la densité de la matière, ni de l'homogénéité de ses parties, et que la première cause de la transparence est la disposition régulière des parties constituantes et des pores; que quand ces mêmes parties se trouvent disposées en formes régulières, et posées de manière à laisser entre elles des vides situés dans la même direction, alors la matière doit être transparente, et qu'elle est au contraire nécessairement opaque dès que les pores ne sont pas situés dans des directions correspondantes.

Et cette disposition qui fait la transparence s'oppose à la ténacité : aussi les corps transparens sont en général plus friables que les corps opaques; et l'or, dont les parties sont fort homogènes et la ténacité très-grande, n'a pas ses parties ainsi disposées : on voit en le rompant qu'elles sont, pour ainsi dire, engrenées les unes dans les autres; elles présentent au microscope de petits angles prismatiques, saillans et rentrans. C'est donc de cette disposition de ses parties constituantes que l'or tient sa grande opacité, qui du reste ne paroît en effet si grande que parce que sa densité permet d'étendre en une surface immense une très-petite masse, et que la feuille d'or, quelque mince qu'elle soit, est toujours plus dense que toute autre matière. Cependant cette disposition des vides ou pores dans les corps n'est pas la seule cause qui puisse produire la transparence; le corps transparent n'est, dans ce premier cas, qu'un crible par lequel peut passer la lumière : mais lorsque les vides sont très-petits, la lumière est quelquefois repoussée au lieu d'être admise; il faut qu'il y ait attraction entre les parties de la matière et les atomes de la lumière pour qu'ils la pénètrent; car l'on ne doit pas considérer ici les pores comme des gerçures ou des trous, mais comme des interstices d'autant plus petits et plus serrés que la matière est plus dense; or, si les rayons de lumière n'ont point

d'affinité avec le corps sur lequel ils tombent, ils seront réfléchis et ne le pénétreront pas. L'huile dont on humecte le papier pour le rendre transparent, en remplit et bouche en même temps les pores : elle ne produit donc la transparence que parce qu'elle donne au papier plus d'affinité qu'il n'en avoit avec la lumière, et l'on pourroit démontrer par plusieurs autres exemples l'effet de cette attraction de transmission de la lumière, ou des autres fluides dans les corps solides ; et peut-être l'or, dont la feuille mince laisse passer les rayons bleus de la lumière à l'exclusion de tous les autres rayons, a-t-il plus d'affinité avec ces rayons bleus, qui dès-lors sont admis, tandis que les autres sont tous repoussés.

Toutes les restrictions que nous venons de faire sur la fixité, la ductilité et l'opacité de l'or, qu'on a regardées comme des propriétés trop absolues, n'empêchent pas qu'il n'ait au plus haut degré toutes les qualités qui caractérisent la noble substance du plus parfait métal; car il faut encore ajouter à sa prééminence en densité et en ténacité, celle d'une essence indestructible et d'une durée presque éternelle. Il est inaltérable, ou du moins plus durable, plus impassible qu'aucune autre substance; il oppose une résistance invincible à l'action des élémens humides, à celle du soufre et des acides les plus puissans, et des sels les plus corrosifs : néanmoins nous avons trouvé par nôtre art non-seulement les moyens de le dissoudre, mais encore ceux de le dépouiller de la plupart de ses qualités; et si la Nature n'en a pas fait autant, c'est que la main de l'homme, conduite par l'esprit, a souvent plus fait qu'elle : et sans sortir de notre sujet, nous verrons que l'or dissous, l'or précipité, l'or fulminant, etc., ne se trouvant pas dans la Nature, ce sont autant de combinaisons nouvelles, toutes résultant de notre intelligence. Ce n'est pas qu'il soit physiquement impossible qu'il y ait dans le sein de la terre de l'or dissous, précipité et minéralisé, puisque nous pouvons le dissoudre et le précipiter de sa dissolution, et puisque dans cet état de précipité il peut être saisi par les acides simples comme les autres métaux, et se montrer par conséquent sous une forme minéralisée; mais comme cette dissolution suppose la réunion de deux acides, et que ce précipité ne peut s'opérer que par une troisième combinaison, il n'est pas étonnant qu'on ne trouve que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre [1], tandis que tous les autres métaux

---

[1] L'or est minéralisé, dit-on, dans la mine de *Nagiach;* on prétend aussi que le *zinopel* ou *sinople* provient de la décomposition de l'or faite par la Nature, sous la forme d'une terre ou chaux couleur de pourpre : mais je doute que ces faits soient bien constatés.

se présentent presque toujours sous cette forme, qu'ils reçoivent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles d'être attaqués par les sels de la terre et par les impressions des élémens humides.

On n'a jamais trouvé de précipités d'or, ni d'or fulminant, dans le sein de la terre : la raison en deviendra sensible si l'on considère en particulier chacune des combinaisons nécessaires pour produire ces précipités ; d'abord on ne peut dissoudre l'or que par deux puissances réunies et combinées, l'acide nitreux avec l'acide marin, ou le soufre avec l'alcali ; et la réunion de ces deux substances actives doit être très-rare dans la Nature, puisque les acides et les alcalis, tels que nous les employons, sont eux-mêmes des produits de notre art, et que le soufre natif n'est aussi qu'un produit des volcans. Ces raisons sont les mêmes et encore plus fortes pour les précipités d'or; car il faut une troisième combinaison pour le tirer de sa dissolution, au moyen du mélange de quelque autre matière avec laquelle le dissolvant ait plus d'affinité qu'avec l'or; et ensuite, pour que ce précipité puisse acquérir la propriété fulminante, il faut encore choisir une matière entre toutes les autres qui peuvent également précipiter l'or de sa dissolution : cette matière est l'alcali volatil, sans lequel il ne peut devenir fulminant; cet alcali volatil est le seul intermède qui dégage subitement l'air et cause la fulmination; car s'il n'est point entré d'alcali volatil dans la dissolution de l'or, et qu'on le précipite avec l'alcali fixe ou toute autre matière, il ne sera pas fulminant : enfin il faut encore lui communiquer une assez forte chaleur pour qu'il exerce cette action fulminante : or toutes ces conditions réunies ne peuvent se rencontrer dans le sein de la terre, et dès-lors il est sûr qu'on n'y trouvera jamais de l'or fulminant. On sait que l'explosion de cet or fulminant est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon, et qu'elle pourroit produire des effets encore plus terribles, et même s'exercer d'une manière plus insidieuse, parce qu'il ne faut ni feu, ni même une étincelle, et que la chaleur seule, produite par un frottement assez léger, suffit pour causer une explosion subite et foudroyante.

On a, ce me semble, vainement tenté l'explication de ce phénomène prodigieux; cependant, en faisant attention à toutes les circonstances, et en comparant leurs rapports, il me semble qu'on peut au moins en tirer des raisons satisfaisantes et très-plausibles sur la cause de cet effet : si dans l'eau régale, dont on se sert pour la dissolution de l'or, il n'est point entré d'alcali volatil, soit sous sa forme propre, soit sous celle du sel ammoniac, de quelque manière et avec quelque intermède qu'on précipite ce métal, il ne

sera ni ne deviendra fulminant, à moins qu'on ne se serve de l'alcali volatil pour cette précipitation; lorsqu'au contraire la dissolution sera faite avec le sel ammoniac, qui toujours contient de l'alcali volatil, de quelque manière et avec quelque intermède que l'on fasse la précipitation, l'or deviendra toujours fulminant. Il est donc assez clair que cette qualité fulminante ne lui vient que de l'action ou du mélange de l'alcali volatil, et l'on ne doit pas être incertain sur ce point, puisque ce précipité fulminant pèse un quart de plus que l'or dont il est le produit; dès-lors ce quart en sus de matière étrangère qui s'est alliée avec l'or dans ce précipité, n'est autre chose, du moins en grande partie, que de l'alcali volatil : mais cet alcali contient, indépendamment de son sel, une grande quantité d'air inflammable, c'est-à-dire, d'air élastique, mêlé de feu; dès-lors il n'est pas surprenant que ce feu ou cet air inflammable contenu dans l'alcali volatil, qui se trouve pour un quart incorporé avec l'or, ne s'enflamme en effet par la chaleur, et ne produise une explosion d'autant plus violente que les molécules de l'or dans lesquelles il est engagé sont plus massives et plus résistantes à l'action de cet élément incoercible, et dont les effets sont d'autant plus violens que les résistances sont plus grandes. C'est par cette même raison de l'air inflammable contenu dans l'or fulminant, que cette qualité fulminante est détruite par le soufre mêlé avec ce précipité; car le soufre, qui n'est que la matière du feu fixée par l'acide, a la plus grande affinité avec cette même matière du feu contenu dans l'alcali volatil : il doit donc lui enlever ce feu, et dès-lors la cause de l'explosion est ou diminuée ou même anéantie par ce mélange du soufre avec l'or fulminant.

Au reste, l'or fulmine avant d'être chauffé jusqu'au rouge, dans les vaisseaux clos comme en plein air : mais, quoique cette chaleur nécessaire pour produire la fulmination ne soit pas très-grande, il est certain qu'il n'y a nulle part, dans le sein de la terre, un tel degré de chaleur, à l'exception des lieux voisins des feux souterrains, et que par conséquent il ne peut se trouver d'or fulminant que dans les volcans, dont il est possible qu'il ait quelquefois augmenté les terribles effets; mais, par son explosion même, cet or fulminant se trouve tout à coup anéanti, ou du moins perdu et dispersé en atomes infiniment petits [1]. Il n'est donc pas éton-

[1] M. Macquer, après avoir cité quelques exemples funestes des accidens arrivés par la fulmination de l'or à des chimistes peu attentifs ou trop courageux, dit qu'ayant fait fulminer dans une grande cloche de verre une quantité de ce précipité assez petite pour n'en avoir rien à craindre, on a trouvé, après la détonation,

nant qu'on n'ait jamais trouvé d'or fulminant dans la Nature, puisque, d'une part, le feu ou la chaleur le détruit en le faisant fulminer, et que, d'autre part, il ne pourroit exercer cette action fulminante dans l'intérieur de la terre, au degré de sa température actuelle. Au reste, on ne doit pas oublier qu'en général les précipités d'or, lorsqu'ils sont réduits, sont, à la vérité, toujours de l'or; mais que dans leur état de précipité, et avant la réduction, ils ne sont pas, comme l'or même, inaltérables, indestructibles, etc. Leur essence n'est donc plus la même que celle de l'or de nature : tous les acides minéraux ou végétaux, et même les simples acerbes, tels que la noix de galle, agissent sur ces précipités et peuvent les dissoudre, tandis que l'or en métal n'en éprouve aucune altération; les précipités de l'or ressemblent donc, à cet égard, aux métaux imparfaits, et peuvent par conséquent être altérés de même et minéralisés. Mais nous venons de prouver que les combinaisons nécessaires pour faire des précipités d'or n'ont guère pu se trouver dans la Nature, et c'est sans doute par cette raison qu'il n'existe réellement que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre; et s'il en existoit, cet or minéralisé seroit en effet très-différent de l'autre : on pourroit le dissoudre avec tous les acides, puisqu'ils dissolvent les précipités dont se seroit formé cet or minéralisé.

Il ne faut qu'une petite quantité d'acide marin mêlée à l'acide nitreux pour dissoudre l'or; mais la meilleure proportion est de quatre parties d'acide nitreux et une partie de sel ammoniac. Cette dissolution est d'une belle couleur jaune; et lorsque ces dissolvans sont pleinement saturés, elle devient claire et transparente; dans tout état, elle teint en violet plus ou moins foncé toutes les substances animales : si on la fait évaporer, elle donne en se refroidissant des cristaux d'un beau jaune transparent; et si l'on pousse plus loin l'évaporation au moyen de la chaleur, les cristaux disparoissent, et il ne reste qu'une poudre jaune et très-fine qui n'a pas le brillant métallique.

Qu'on puisse précipiter l'or dissous dans l'eau régale avec tous les autres métaux, avec les alcalis, les terres calcaires, etc., c'est

---

sur les parois de la cloche, l'or en nature que cette détonation n'avoit point altéré. Comme cela pourroit induire en erreur, je crois devoir observer que cette matière qui avoit frappé contre les parois du vaisseau et s'y étoit attachée, n'étoit pas, comme il le dit, *de l'or en nature*, mais de l'or précipité; ce qui est fort différent, puisque celui-ci a perdu la principale propriété de sa nature, qui est d'être inaltérable, indissoluble par les acides simples, et que tous les acides peuvent au contraire altérer et même dissoudre ce précipité.

l'alcali volatil qui, de toutes les matières connues, est la plus propre à cet effet; il réduit l'or plus promptement que les alcalis fixes ou les métaux : ceux-ci changent la couleur du précipité; par exemple, l'étain lui donne la belle couleur pourpre qu'on emploie sur nos porcelaines.

L'or pur a peu d'éclat et sa couleur jaune est assez mate; le mélange de l'argent le blanchit, celui du cuivre le rougit; le fer lui communique sa couleur; une partie d'acier fondue avec cinq parties d'or pur, lui donne la couleur du fer poli. Les bijoutiers se servent avec avantage de ces mélanges pour les ouvrages où ils ont besoin d'or de différentes couleurs. L'on connoît en chimie des procédés par lesquels on peut donner aux précipités de l'or les plus belles couleurs, pourpre, rouge, verte, etc. : ces couleurs sont fixes et peuvent s'employer dans les émaux; le borax blanchit l'or plus que tout autre mélange, et le nitre lui rend la couleur jaune que le borax avoit fait disparoître.

Quoique l'or soit le plus compacte et le plus tenace des métaux, il n'est néanmoins que peu élastique et peu sonore : il est très-flexible, et plus mou que l'argent, le cuivre, et le fer, qui de tous est le plus dur; il n'y a que le plomb et l'étain qui aient plus de mollesse que l'or, et qui soient moins élastiques; mais quelque flexible qu'il soit, on a beaucoup de peine à le rompre. Les voyageurs disent que l'or de Malaca, qu'on croit venir de Madagascar, et qui est presque tout blanc, se fond aussi promptement que du plomb. On assure aussi qu'on trouve dans les sables de quelques rivières de ces contrées, des grains d'or que l'on peut couper au couteau, et que même cet or est si mou, qu'il peut recevoir aisément l'empreinte d'un cachet; il se fond à peu près comme du plomb, et l'on prétend que cet or est le plus pur de tous : ce qu'il y a de certain, c'est que plus ce métal est pur et moins il est dur; il n'a, dans cet état de pureté, ni odeur ni saveur sensible, même après avoir été fortement frotté ou chauffé. Malgré sa mollesse il est cependant susceptible d'un assez grand degré de dureté par l'écrouissement, c'est-à-dire, par la percussion souvent réitérée du marteau, ou par la compression successive et forcée de la filière; il perd même alors une grande partie de sa ductilité, et devient assez cassant. Tous les métaux acquièrent de même un excès de dureté par l'écrouissement : mais on peut toujours détruire cet effet en les faisant recuire au feu, et l'or, qui est le plus doux, le plus ductile de tous, ne laisse pas de perdre cette ductilité par une forte et longue percussion; il devient non-seulement plus dur, plus élastique, plus sonore, mais même il se gerce sur ses bords

lorsqu'on lui fait subir une extension forcée sous les rouleaux du laminoir : néanmoins il perd par le recuit ce fort écrouissement plus aisément qu'aucun autre métal; il ne faut pour cela que le chauffer, pas même jusqu'au rouge, au lieu que le cuivre et le fer doivent être pénétrés de feu pour perdre leur écrouissement.

Après avoir exposé les principales propriétés de l'or, nous devons indiquer aussi les moyens dont on se sert pour le séparer des autres métaux ou des matières hétérogènes avec lesquelles il se trouve souvent mêlé. Dans les travaux en grand, on ne se sert que du plomb, qui, par la fusion, sépare de l'or toutes ces matières étrangères en les scorifiant ; on emploie aussi le mercure, qui, par amalgame, en fait, pour ainsi dire, l'extrait en s'y attachant de préférence. Dans les travaux chimiques, on fait plus souvent usage des acides. « Pour séparer l'or de toute autre matière « métallique, on le traite, dit mon savant ami, M. de Morveau, « soit avec des sels qui attaquent les métaux imparfaits à l'aide « d'une chaleur violente, et qui s'approprient même l'argent qui « pourroit lui être allié, tels que le vitriol, le nitre et le sel ma- « rin ; soit par le soufre ou par l'antimoine, qui en contient abon- « damment; soit enfin par la coupellation, qui consiste à mêler « l'or avec le double de son poids environ de plomb, qui, en se « vitrifiant, entraîne avec lui et scorifie tous les autres métaux « imparfaits; de sorte que le bouton de fin reste seul sur la cou- « pelle, qui absorbe dans ses pores la litharge de plomb et les « autres matières qu'elle a scorifiées. » La coupellation laisse donc l'or encore allié d'argent : mais on peut les séparer par le moyen des acides qui n'attaquent que l'un ou l'autre de ces métaux; et comme l'or ne se laisse dissoudre par aucun acide simple ni par le soufre, et que tous peuvent dissoudre l'argent, on a, comme l'on voit, plusieurs moyens pour faire la séparation ou le départ de ces deux métaux. On emploie ordinairement l'acide nitreux; il faut qu'il soit pur, mais non pas trop fort ou concentré : c'est de tous les acides celui qui dissout l'argent avec plus d'énergie et sans aide de la chaleur, ou tout au plus avec une petite chaleur pour commencer la dissolution.

En général, pour que toute dissolution s'opère, il faut non-seulement qu'il y ait une grande affinité entre le dissolvant et la matière à dissoudre, mais encore que l'une de ces deux matières soit fluide pour pouvoir pénétrer l'autre, en remplir tous les pores, et détruire par la force d'affinité celle de la cohérence des parties de la matière solide. Le mercure, par sa fluidité et par sa très-grande affinité avec l'or, doit être regardé comme l'un de ses dis-

solvans; car il le pénètre et semble le diviser dans toutes ses parties : cependant ce n'est qu'une union, une espèce d'alliage, et non pas une dissolution; et l'on a eu raison de donner à cet alliage le nom d'*amalgame*, parce que l'amalgame se détruit par la seule évaporation du mercure, et que d'ailleurs tous les vrais alliages ne peuvent se faire que par le feu, tandis que l'amalgame peut se faire à froid, et qu'il ne produit qu'une union particulière, qui est moins intime que celle des alliages naturels ou faits par la fusion : et en effet, cet amalgame ne prend jamais d'autre solidité que celle d'une pâte assez molle, toujours participant de la fluidité du mercure, avec quelque métal qu'on puisse l'unir ou le mêler. Cependant l'amalgame se fait encore mieux à chaud qu'à froid : le mercure, quoique du nombre des liquides, n'a pas la propriété de mouiller les matières terreuses, ni même les chaux métalliques; il ne contracte d'union qu'avec les métaux qui sont sous leur forme de métal; une assez petite quantité de mercure suffit pour les rendre friables, en sorte qu'on peut dans cet état les réduire en poudre par une simple trituration, et avec une plus grande quantité de mercure on en fait une pâte, mais qui n'a ni cohérence ni ductilité : c'est de cette manière très-simple qu'on peut amalgamer l'or, qui, de tous les métaux, a la plus grande affinité avec le mercure; elle est si puissante, qu'on la prendroit pour une espèce de magnétisme. L'or blanchit dès qu'il est touché par le mercure, pour peu même qu'il en reçoive les émanations; mais dans les métaux qui ne s'unissent avec lui que difficilement, il faut, pour le succès de l'amalgame, employer le secours du feu, en réduisant d'abord le métal en poudre très-fine, et faisant ensuite chauffer le mercure à peu près au point où il commence à se volatiliser : on fait en même temps et séparément rougir la poudre du métal, et tout de suite on la triture avec le mercure chaud. C'est de cette manière qu'on l'amalgame avec le cuivre; mais l'on ne connoît aucun moyen de lui faire contracter union avec le fer.

Le vrai dissolvant de l'or est, comme nous l'avons dit, l'eau régale composée de deux acides, le nitreux et le marin; et comme s'il fallait toujours deux puissances réunies pour dompter ce métal, on peut encore le dissoudre par le foie de soufre, qui est un composé de soufre et d'alcali fixe. Cependant cette dernière dissolution a besoin d'être aidée, et ne se fait que par le moyen du feu. On met l'or en poudre très-fine ou en feuilles brisées dans un creuset, avec du foie de soufre; on les fait fondre ensemble, et l'or disparoît dans le produit de cette fusion : mais en faisant

dissoudre dans l'eau ce même produit, l'or y reste en parfaite dissolution[1], et il est aisé de le tirer par précipitation.

Les alliages de l'or avec l'argent et le cuivre sont fort en usage pour les monnoies et pour les ouvrages d'orfévrerie; on peut de même l'allier avec tous les autres métaux : mais tout alliage lui fait perdre plus ou moins de sa ductilité, et la plus petite quantité d'étain, ou même la seule vapeur de ce métal, suffisent pour le rendre aigre et cassant; l'argent est celui de tous qui diminue le moins sa très-grande ductilité.

L'or naturel et natif est presque toujours allié d'argent en plus ou moins grande proportion; cet alliage lui donne de la fermeté et pâlit sa couleur: mais le mélange du cuivre l'exalte, la rend d'un jaune plus rouge, et donne à l'or un assez grand degré de dureté; c'est par cette dernière raison que, quoique cet alliage du cuivre avec l'or en diminue la densité au-delà des proportions du mélange, il est néanmoins fort en usage pour les monnoies, qui ne doivent ni se plier, ni s'effacer, ni s'étendre, et qui auroient tous ces inconvéniens si elles étoient fabriquées d'or pur.

Suivant M. Geller, l'alliage de l'or avec le plomb devient spécifiquement plus pesant, et il y a pénétration entre ces deux métaux; tandis que le contraire arrive dans l'alliage de l'or et de l'étain, dont la pesanteur spécifique est moindre : l'alliage de l'or avec le fer devient aussi spécifiquement plus léger; il n'y a donc nulle pénétration entre ces deux métaux, mais une simple union de leurs parties, qui augmente le volume de la masse, au lieu de le diminuer, comme le fait la pénétration. Cependant ces deux métaux, dont les parties constituantes ne paroissent pas se réunir d'assez près dans la fusion, ne laissent pas d'avoir ensemble une grande affinité; car l'or se trouve souvent, dans la Nature, mêlé avec le fer, et de plus il facilite au feu la fusion de ce métal. Nos habiles artistes devroient donc mettre à profit cette propriété de l'or, et le préférer au cuivre, pour souder les petits ouvrages d'acier qui demandent le plus grand soin et la plus grande solidité; et ce qui semble prouver encore la grande affinité de l'or avec le fer, c'est que quand ces deux métaux se trouvent alliés, on ne peut les séparer en entier par le moyen du plomb; et il en est de même de l'argent allié au fer, on est obligé d'y ajouter du bismuth pour achever de les purifier.

L'alliage de l'or avec le zinc produit un composé dont la masse est spécifiquement plus pesante que la somme des pesanteurs spécifiques de ces deux matières composantes; il y a donc pénétration dans le mélange de ce métal avec ce demi-métal, puisque le vo-

lume en devient plus petit : on a observé la même chose dans l'alliage de l'or et du bismuth. Au reste, on a fait un nombre prodigieux d'essais du mélange de l'or avec toutes les autres matières métalliques, que je ne pourrois rapporter ici sans tomber dans une trop grande prolixité.

Les chimistes ont recherché avec soin les affinités de ce métal, tant avec les substances naturelles qu'avec celles qui ne sont que le produit de nos arts; et il s'est trouvé que ces affinités étoient dans l'ordre suivant : 1°. l'eau régale, 2°. le foie de soufre, 3°. le mercure, 4°. l'éther, 5°. l'argent, 6°. le fer, 7°. le plomb. L'or a aussi beaucoup d'affinité avec les substances huileuses, volatiles et atténuées, telles que les huiles essentielles des plantes aromatiques, l'esprit-de-vin, et surtout l'éther; il en a aussi avec les bitumes liquides, tels que le naphte et le pétrole : d'où l'on peut conclure qu'en général c'est avec les matières qui contiennent le plus de principes inflammables et volatils que l'or a le plus d'affinité; et dès-lors on n'est pas en droit de regarder comme une chimère absurde l'idée que l'or rendu potable peut produire quelque effet dans les corps organisés, qui, de tous les êtres, sont ceux dont la substance contient la plus grande quantité de matière inflammable et volatile, et que, par conséquent, l'or extrêmement divisé puisse y produire de bons ou de mauvais effets, suivant les circonstances et les différens états où se trouvent ces mêmes corps organisés. Il me semble donc qu'on peut se tromper en prononçant affirmativement sur la nullité des effets de l'or pris intérieurement, comme remède, dans certaines maladies, parce que le médecin ni personne ne peut connoître tous les rapports que ce métal très-atténué peut avoir avec le feu qui nous anime.

Il en est de même de cette fameuse recherche appelée le *grand œuvre,* qu'on doit rejeter en bonne morale, mais qu'en saine physique l'on ne peut pas traiter d'impossible. On fait bien de dégoûter ceux qui voudroient se livrer à ce travail pénible et ruineux, qui, même fût-il suivi du succès, ne seroit utile en rien à la société : mais pourquoi prononcer d'une manière décidée que la transmutation des métaux soit absolument impossible, puisque nous ne pouvons douter que toutes les matières terrestres, et même les élémens, ne soient tous convertibles; qu'indépendamment de cette vue spéculative, nous connoissons plusieurs alliages dans lesquels la matière des métaux se pénètre et augmente de densité? L'essence de l'or consiste dans la prééminence de cette qualité; et toute matière qui par le mélange obtiendroit le même degré de densité, ne seroit-elle de pas l'or? Ces métaux mélangés, que l'alliage

rend spécifiquement plus pesans par leur pénétration réciproque, ne semblent-ils pas nous indiquer qu'il doit y avoir d'autres combinaisons où cette pénétration étant encore plus intime, la densité deviendroit plus grande?

On ne connoissoit ci-devant rien de plus dense que le mercure après l'or; mais on a récemment découvert la platine : ce minéral nous présente l'une de ces combinaisons où la densité se trouve prodigieusement augmentée, et plus que moyenne entre celle du mercure et celle de l'or. Mais nous n'avons aucun exemple qui puisse nous mettre en droit de prononcer qu'il y ait dans la Nature des substances plus denses que l'or, ni des moyens d'en former par notre art : notre plus grand chef-d'œuvre seroit en effet d'augmenter la densité de la matière, au point de lui donner la pesanteur de ce métal; peut-être ce chef-d'œuvre n'est-il pas impossible, et peut-être même y est-on parvenu; car, dans le grand nombre des faits exagérés ou faux qui nous ont été transmis au sujet du *grand œuvre*, il y en a quelques-uns dont il me paroît assez difficile de douter : mais cela ne nous empêche pas de mépriser et même de condamner tous ceux qui, par cupidité, se livrent à cette recherche, souvent même sans avoir les connoissances nécessaires pour se conduire dans leurs travaux; car il faut avouer qu'on ne peut rien tirer des livres d'alchimie; ni la *Table hermétique*, ni la *Tourbe des philosophes*, ni *Philalèthe*, et quelques autres que j'ai pris la peine de lire [1], et même d'étudier, ne m'ont présenté que des obscurités, des procédés inintelligibles, où je n'ai rien aperçu, et dont je n'ai pu rien conclure, sinon que tous ces chercheurs de pierre philosophale ont regardé le mercure comme la base commune des métaux, et surtout de l'or et de l'argent. Becher, avec sa *terre mercurielle*, ne s'éloigne pas beaucoup de cette opinion; il prétend même avoir trouvé le moyen de fixer cette base commune des métaux. Mais s'il est vrai que le mercure ne se fixe en effet que par un froid extrême, il n'y a guère d'apparence que le feu des fourneaux de tous ces chimistes ait produit le même effet : cependant on auroit tort de nier absolument la possibilité de ce changement d'état dans le mercure, puisque, malgré la fluidité qui lui paroît être essentielle, il est dans le cinabre sous une forme solide, et que nous ne savons pas si sa substance ou sa vapeur,

---

[1] Je puis même dire que j'ai vu un bon nombre de ces messieurs *adeptes*, dont quelques-uns sont venus de fort loin pour me consulter, disoient-ils, et me faire part de leurs travaux; mais tous ont bientôt été dégoûtés de ma conversation par mon peu d'enthousiasme.



mêlée avec quelque autre matière que le soufre, ne prendroit pas une forme encore plus solide, plus concrète et plus dense. Le projet de la transmutation des métaux et celui de la fixation du mercure doivent donc être rejetés, non comme des idées chimériques ni des absurdités, mais comme des entreprises téméraires, dont le succès est plus que douteux. Nous sommes encore si loin de connoître tous les effets des puissances de la Nature, que nous ne devons pas les juger exclusivement par celles qui nous sont connues, d'autant que toutes les combinaisons possibles ne sont pas, à beaucoup près, épuisées, et qu'il nous reste sans doute plus de choses à découvrir que nous n'en connoissons.

En attendant que nous puissions pénétrer plus profondément dans le sein de cette Nature inépuisable, bornons-nous à la contempler et à la décrire par les faces qu'elle nous présente : chaque sujet, même le plus simple, ne laisse pas d'offrir un si grand nombre de rapports, que l'ensemble en est encore très-difficile à saisir. Ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'or, n'est pas, à beaucoup près, tout ce qu'on pourroit en dire : ne négligeons, s'il est possible, aucune observation, aucun fait remarquable sur ses mines, sur la manière de les travailler, et sur les lieux où on les trouve. L'or, dans ses mines primitives, est ordinairement en filets, en rameaux, en feuilles, et quelquefois cristallisé en très-petits grains de forme octaèdre. Cette cristallisation, ainsi que toutes ces ramifications, n'ont pas été produites par l'intermède de l'eau, mais par l'action du feu primitif qui tenoit encore ce métal en fusion : il a pris toutes ses formes dans les fentes du quarz, quelque temps après sa consolidation. Souvent ce quarz est blanc, et quelquefois il est teint d'un jaune couleur de corne; ce qui a fait dire à quelques minéralogistes qu'on trouvoit l'or dans la pierre de corne comme dans le quarz : mais la vraie pierre de corne étant d'une formation postérieure à celle du quarz, l'or qui pourroit s'y trouver ne seroit lui-même que de seconde formation; l'or primordial, fondu ou sublimé par le feu primitif, s'est logé dans les fentes que le quarz, déjà décrépité par les agens extérieurs, lui offroit de toutes parts, et communément il s'y trouve allié d'argent, parce qu'il ne faut qu'à peu près le même degré de chaleur pour fondre et sublimer ces deux métaux. Ainsi l'or et l'argent ont occupé en même temps les fentes perpendiculaires de la roche quarzeuse, et ils y ont en commun formé les mines primordiales de ces métaux : toutes les mines secondaires en ont successivement tiré leur origine quand les eaux sont venues dans la suite attaquer ces mines primitives, et en détacher les grains et les parcelles qu'elles ont

entraînés et déposés dans le lit des rivières et dans les terres adjacentes; et ces débris métalliques, rapprochés et rassemblés, ont quelquefois formé des agrégats, qu'on reconnoit être des ouvrages de l'eau, soit par leur structure, soit par leur position dans les terres et les sables.

Il n'y a donc point de mines dont l'or soit absolument pur; il est toujours allié d'argent : mais cet alliage varie en différentes proportions, suivant les différentes mines [1]; et dans la plupart il y a beaucoup plus d'argent que d'or; car comme la quantité de l'argent s'est trouvée surpasser de beaucoup celle de l'or, les alliages naturels résultans de leur mélange sont presque tous composés d'une bien plus grande quantité d'argent que d'or.

Ce métal mixte de première formation est, comme nous l'avons dit, engagé dans un roc quarzeux auquel il est étroitement uni; pour l'en tirer, il faut donc commencer par broyer la pierre, en laver la poudre pour en séparer les parties moins pesantes que celles du métal, et achever cette séparation par le moyen du mercure, qui, s'amalgamant avec les particules métalliques, laisse à part le restant de la matière pierreuse : on enlève ensuite le mercure en donnant à cette masse amalgamée un degré de chaleur suffisant pour le volatiliser; après quoi il ne reste plus que la portion métallique, composée d'or et d'argent : on sépare enfin ces deux métaux, autant qu'il est possible, par les opérations du départ, qui cependant ne laissent jamais l'or parfaitement pur [2], comme s'il étoit impossible à notre art de séparer en entier ce que la Nature a réuni; car de quelque manière que l'on procède à cette séparation de l'or et de l'argent, qui, dans la Nature, ne sont le plus souvent qu'une masse commune, ils restent toujours mêlés d'une petite portion du métal qu'on tâche d'en séparer [3],

---

[1] Pline parle d'un or des Gaules qui ne contenoit qu'un *trente-sixième d'argent*. En admettant le fait, cet or seroit le plus pur qu'on eût jamais trouvé.

[2] Je crois cependant qu'il n'est pas impossible de séparer absolument l'or et l'argent l'un de l'autre en multipliant les opérations et les moyens, et qu'au moins on arriveroit à une approximation si grande, qu'on pourroit regarder comme nulle la portion presque infiniment petite de celui qui resteroit contenu dans l'autre.

[3] M. Cramer, dans sa *Docimasie*, assure que si le départ se fait par l'eau-forte, il reste toujours une petite portion d'argent unie à l'or, et de même que quand on fait le départ par l'eau régale, il reste toujours une petite portion d'or unie à l'argent, et il estime cette proportion depuis un deux-centième jusqu'à un cent-cinquantième.

M. Tillet observe qu'il est très-vrai qu'on n'obtient pas de l'or parfaitement pur par la voie du départ, mais que cependant il est possible de parvenir à ce but par la dissolution de l'or fin dans l'eau régale, ou par des cémentations réitérées.

de sorte que ni l'or ni l'argent ne sont jamais dans un état de pureté absolue.

Cette opération du *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent, suppose d'abord que la masse d'alliage ait été purifiée par le plomb, et qu'elle ne contienne aucune autre matière métallique, sinon de l'or et de l'argent. On peut y procéder de trois manières différentes, en se servant des substances qui, soit à chaud, soit à froid, n'attaquent pas l'or, et peuvent néanmoins dissoudre l'argent. 1°. L'acide nitreux n'attaque pas l'or et dissout l'argent; l'or reste donc seul après la dissolution de l'argent. 2°. L'acide marin, comme l'acide nitreux, a la vertu de dissoudre l'argent sans attaquer l'or, et par conséquent la puissance de les séparer: mais le départ par l'acide nitreux est plus complet et bien plus facile; il se fait par la voie humide et à l'aide d'une très-petite chaleur, au lieu que le départ par l'acide marin, qu'on appelle *départ concentré*, ne peut se faire que par une suite de procédés assez difficiles. 3°. Le soufre a aussi la même propriété de dissoudre l'argent sans toucher à l'or, mais ce n'est qu'à l'aide de la fusion, c'est-à-dire, d'une chaleur violente; et comme le soufre est très-inflammable, et qu'il se brûle et se volatilise en grande partie en se mêlant au métal fondu, on préfère l'antimoine pour faire cette espèce de départ sec, parce que le soufre étant uni dans l'antimoine aux parties régulines de ce demi-métal, il résiste plus à l'action du feu, et pénètre le métal en fusion, dans lequel il scorifie l'argent et laisse l'or au-dessous. De ces trois agens, l'acide nitreux est celui qu'on doit préférer [1], la manipulation des deux autres étant plus difficile et la purification plus incomplète que par le premier.

On doit observer que pour faire par l'acide nitreux le départ avec succès, il ne faut pas que la quantité d'or contenue dans l'argent soit de plus de deux cinquièmes; car alors cet acide ne pour-

[1] MM. Brandt, Schœffer, Bergmann et d'autres, ayant avancé que l'acide nitreux, quoique très-pur, pouvoit dissoudre une certaine quantité d'or, et cet effet paroissant devoir influer sur la sûreté de l'importante opération du départ, les chimistes de notre Académie des Sciences ont été chargés de faire des expériences à ce sujet; et ces expériences ont prouvé que l'acide nitreux n'attaque point ou très-peu l'or, puisqu'après en avoir séparé l'argent qui y étoit allié, et dont on connoissoit la proportion, on a toujours retrouvé juste la même quantité d'or. Cependant ils ajoutent, dans le rapport de leurs épreuves, « qu'il ne faut pas « conclure que, dans aucun cas, l'acide nitreux ne puisse faire éprouver à l'or « quelque très-foible déchet. L'acide nitreux le plus pur se charge de quelques « particules d'or: mais nous pouvons assurer que les circonstances nécessaires à « la production de cet effet sont absolument étrangères au départ d'essai; que « dans ce dernier, lorsqu'on le pratique suivant les règles et l'usage reçu, il ne « peut jamais y avoir le moindre déchet sur l'or. »



roit dissoudre les parties d'argent, qui, dans ce cas, seroient défendues et trop couvertes par celles de l'or pour être attaquées et saisies. S'il se trouve donc plus de deux cinquièmes d'or dans la masse dont on veut faire le départ, on est obligé de la faire fondre, et d'y ajouter autant d'argent qu'il en faut pour qu'il n'y ait en effet que deux cinquièmes d'or dans cette nouvelle masse : ainsi l'on s'assurera d'abord de cette proportion, et il me semble que cela seroit facile par la balance hydrostatique, et que ce moyen seroit bien plus sûr que la pierre de touche et les aiguilles alliées d'or et d'argent à différentes doses, dont se servent les essayeurs pour reconnoître cette quantité dans la masse de ces métaux alliés. On a donc eu raison de proscrire cette pratique dans les monnoies de France [1] ; car ce n'est au vrai qu'un tâtonnement dont il ne peut résulter qu'une estimation incertaine, tandis que par la différente pesanteur spécifique de ces deux métaux on auroit un résultat précis de la proportion de la quantité de chacun dans la masse alliée dont on veut faire le départ. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on s'est à peu près assuré de cette proportion, et que l'or n'y est que pour un quart ou au-dessous, on doit employer de l'eau-forte ou acide nitreux bien pur, c'est-à-dire, exempt de tout autre acide, et surtout du vitriolique et du marin; on verse cette eau-forte sur le métal réduit en grenailles ou en lames très-minces : il en faut un tiers de plus qu'il n'y a d'argent dans l'alliage. On aide la dissolution par un peu de chaleur, et on la rend complète en renouvelant deux ou trois fois l'eau-forte, qu'on fait même bouillir avant de la séparer de l'or, qui reste seul au fond du vaisseau, et qui n'a besoin que d'être bien lavé dans l'eau chaude pour achever de se nettoyer des petites parties de la dissolution d'argent attachées à sa surface; et lorsqu'on a obtenu l'or, on retire ensuite l'argent de la dissolution, soit en le faisant précipiter, soit en distillant l'eau-forte pour la faire servir une seconde fois.

Toute masse dont on veut faire le départ par cette voie ne doit donc contenir que deux cinquièmes d'or au plus sur trois cinquièmes d'argent; et, dans cet état, la couleur de ces deux métaux alliés est presque aussi blanche que l'argent pur; et loin qu'une plus grande quantité de ce dernier métal nuisît à l'effet du départ,

---

[1] M. Tillet m'écrit, à ce sujet, qu'on ne fait point usage des *touchaux* pour le travail des monnoies de France; le titre des espèces n'y est constaté que par l'opération de l'essai ou du départ. Les orfévres emploient, il est vrai, le touchaut dans leur maison commune; mais ce n'est que pour les menus ouvrages en si petit volume, qu'ils offrent à peine la matière de l'essai en règle, et qu'ils sont incapables de supporter le poinçon de marque.

il est au contraire d'autant plus aisé à faire, que la proportion de l'argent à l'or est plus grande. Ce n'est que quand il y a environ moitié d'or dans l'alliage, qu'on s'en aperçoit à sa couleur, qui commence à prendre un œil de jaune foible.

Pour reconnoître au juste l'aloi ou le titre de l'or, il faut donc faire deux opérations : d'abord le purger, au moyen du plomb, de tout mélange étranger, à l'exception de l'argent, qui lui reste uni, parce que le plomb ne les attaque ni l'un ni l'autre; et ensuite il faut faire le départ par le moyen de l'eau-forte. Ces opérations de l'essai et du départ, quoique bien connues des chimistes, des monnoyeurs et des orfèvres, ne laissent pas d'avoir leurs difficultés par la grande précision qu'elles exigent, tant pour le régime du feu que pour le travail des matières, d'autant que par le travail le mieux conduit on ne peut arriver à la séparation entière de ces métaux; car il restera toujours une petite portion d'argent dans l'or le plus raffiné, comme une portion de plomb dans l'argent le plus épuré [1].

Nous ne pouvons nous dispenser de parler des différens emplois de l'or dans les arts, et de l'usage ou plutôt de l'abus qu'on en fait par un vain luxe, pour faire briller nos vêtemens, nos meubles et nos appartemens, en donnant la couleur de l'or à tout ce qui n'en est pas, et l'air de l'opulence aux matières les plus pauvres; et cette ostentation se montre sous mille formes différentes. Ce qu'on appelle *or de couleur* n'en a que l'apparence; ce n'est qu'un simple vernis qui ne contient point d'or, et avec lequel on peut néanmoins donner à l'argent et au cuivre la couleur jaune et brillante de ce précieux métal. Les garnitures en cuivre de nos meubles, les bras, les feux de cheminée, etc., sont peints de ce vernis couleur d'or, ainsi que les cuirs qu'on appelle *dorés*, et qui ne sont réellement qu'étamés et peints ensuite avec ce vernis doré. A la vérité, cette fausse dorure diffère beaucoup de la vraie, et il est très-aisé de les distinguer; mais on fait avec le cuivre réduit en feuilles minces une autre espèce de dorure, qui peut en imposer lorqu'on la peint avec ce même vernis couleur d'or. La vraie dorure est celle où

---

[1] J'observerai ici, avec M. Tillet, qu'on a tort de négliger la petite quantité d'argent que la litharge entraîne toujours dans la coupelle; car cette quantité négligée donne lieu à des rapports constamment faux de la quantité juste d'argent que contiennent intrinsèquement les lingots dont les essayeurs établissent le titre. Ce point assez délicat de docimasie a été traité dans plusieurs Mémoires insérés dans ceux de l'Académie des Sciences, et notamment dans un Mémoire de M. Tillet, qui se trouve dans le volume de l'année 1769 : on y voit clairement de quelle conséquence il pourroit être qu'on ne négligeât pas la petite quantité de fin que la coupelle absorbe.

l'on emploie de l'or : il faut pour cela qu'il soit réduit en feuilles très-minces ou en poudre fort fine; et pour dorer tout métal il suffit d'en bien nettoyer la surface, de le faire chauffer, et d'y appliquer exactement ces feuilles ou cette poudre d'or, par la pression et le frottement doux d'une pierre hématite, qui le brillante et le fait adhérer. Quelque simple que soit cette manière de dorer, il y en a une autre peut-être encore plus facile; c'est d'étendre sur le métal qu'on veut dorer, un amalgame d'or et de mercure, de le chauffer ensuite asses pour faire exhaler en vapeurs le mercure, qui laisse l'or sur le métal, qu'il ne s'agit plus que de frotter avec le brunissoir pour le rendre brillant : il y a encore d'autres manières de dorer. Mais c'est peut-être déjà trop, en histoire naturelle, que de donner les principales pratiques de nos arts.

Mais nous laisserions imparfaite cette histoire de l'or, si nous ne rapportions pas ici tous les renseignemens que nous avons recueillis sur les différens lieux où se trouve ce métal. Il est, comme nous l'avons dit, universellement répandu, mais en atomes infiniment petits, et il n'y a que quelques endroits particuliers où il se présente en particules sensibles et en masses assez palpables pour être recueillies. En parcourant dans cette vue les quatre parties du monde, on verra qu'il n'y a que peu de mines d'or proprement dites dans les régions du Nord, quoiqu'il y ait plusieurs mines d'argent, qui presque toujours est allié d'une petite quantité d'or. Il se trouve aussi très-peu de vraies mines d'or dans les climats tempérés; il y en a seulement quelques-unes où l'on a rencontré de petits morceaux de ce métal massif : mais, dans presque toutes, l'or n'est qu'en petite quantité dans l'argent, avec lequel il est toujours mêlé. Les mines d'or les plus riches sont dans les pays les plus chauds, et particulièrement dans ceux où les hommes ne se sont pas anciennement établis en société policée, comme en Afrique et en Amérique; car il est très-probable que l'or est le premier métal dont on se soit servi : plus remarquable par son poids qu'aucun autre, et plus fusible que le cuivre et le fer, il aura bientôt été reconnu, fondu, travaillé. On peut citer pour preuve les Péruviens et les Mexicains, dont les vases et les instrumens étoient d'or, et qui n'en avoient que peu de cuivre et point du tout de fer, quoique ces métaux soient abondans dans leur pays : leurs arts n'étoient, pour ainsi dire, qu'ébauchés, parce qu'eux-mêmes étoient des hommes nouveaux, et qui n'étoient qu'à demi policés depuis cinq ou six siècles. Ainsi, dans les premiers temps de la civilisation de l'espèce humaine, l'or, qui, de tous les métaux, s'est présenté le premier à la surface de la terre,

ou à de petites profondeurs, a été recueilli, employé et travaillé, en sorte que dans les pays peuplés et civilisés plus anciennement que les autres, c'est-à-dire, dans les régions septentrionales et tempérées, il n'est resté pour la postérité que le petit excédant de ce qui n'a pas été consommé; au lieu que dans ces contrées méridionales de l'Afrique et de l'Amérique, qui n'ont été peuplées que les dernières, et où les hommes n'ont jamais été policés, la quantité de ce métal s'est trouvée toute entière, et telle, pour ainsi dire, que la Nature l'avoit produite et confiée à la terre encore vierge. L'homme n'en avoit pas encore déchiré les entrailles, son sein étoit à peine effleuré, lorsque les conquérans du nouveau monde en ont forcé les habitans à la fouiller dans toutes ses parties par des travaux immenses : les Espagnols et les Portugais ont, en moins d'un siècle, plus tiré d'or du Mexique et du Brésil que les naturels du pays n'en avoient recueilli depuis le premier temps de leur population. La Chine, dira-t-on, semble nous offrir un exemple contraire; ce pays, très-anciennement policé, est encore abondant en mines d'or, qu'on dit être assez riches : mais ne dit-on pas en même temps avec plus de vérité que la plus grande partie de l'or qui circule à la Chine vient des pays étrangers? Plusieurs empereurs chinois, assez sages, assez humains, pour épargner la sueur et ménager la vie de leurs sujets, ont défendu l'extraction des mines dans toute l'étendue de leur domination [1] : ces défenses ont subsisté long-temps, et n'ont été qu'assez rarement interrompues. Il se pourroit donc en effet qu'il y eût encore à la Chine des mines intactes et riches, comme dans les contrées heureuses où les hommes n'ont pas été forcés de les fouiller : car les travaux des mines, dans le nouveau monde, ont fait périr, en moins de deux ou trois siècles, plusieurs millions d'hommes; et cette plaie énorme faite à l'humanité, loin de nous avoir procuré des richesses réelles, n'a servi qu'à nous surcharger d'un poids aussi lourd qu'inutile. Le prix des denrées étant toujours proportionnel à la quantité du métal qui n'en est que le signe, l'augmentation de cette quantité est plutôt un mal qu'un bien; vingt fois moins d'or et d'argent rendroient le commerce vingt fois plus léger, puisque tout signe en grosse masse, toute représentation en grand volume, est plus pénible à transporter, coûte plus à manier et circule moins aisément qu'une petite quantité qui représenteroit également et aussi bien la valeur de toute chose. Avant la découverte du nouveau monde il y avoit réellement vingt fois moins d'or et d'argent en Europe;

[1] Les anciens Romains avoient eu la même sagesse.

mais les denrées coûtoient vingt fois moins. Qu'avons-nous donc acquis avec ces millions de métal ? la charge de leur poids.

Et cette surcharge de quantité deviendroit encore plus grande, et peut-être immense, si la cupidité ne s'opposoit pas à elle-même des obstacles, et n'étoit arrêtée par des bornes qu'elle ne peut franchir. Quelque ardente qu'ait été dans tous les temps la soif de l'or, on n'a pas toujours eu les mêmes moyens de l'étancher; ces moyens ont même diminué d'autant plus qu'on s'en est plus servi : par exemple, en supposant, comme nous le faisons ici, qu'avant la conquête du Mexique et du Pérou il n'y eût en Europe que la vingtième partie de l'or et de l'argent qui s'y trouvent aujourd'hui, il est certain que le profit de l'extraction de ces mines étrangères, dans les premières années pendant lesquelles on a doublé cette première quantité, a été plus grand que le profit d'un pareil nombre d'années pendant lesquelles on l'a triplé, et encore bien plus grand que celui des années subséquentes. Le bénéfice réel a donc diminué en même proportion que le nombre des années s'est augmenté, en supposant égalité de produit dans chacune; et si l'on trouvoit actuellement une mine assez riche pour en tirer autant d'or qu'il y en avoit en Europe avant la découverte du nouveau monde, le profit de cette mine ne seroit aujourd'hui que d'un vingtième, tandis qu'alors il auroit été du double. Ainsi plus on a fouillé ces mines riches, et plus on s'est appauvri : richesse toujours fictive et pauvreté réelle dans le premier comme dans le dernier temps; masses d'or et d'argent, signes lourds, monnoies pesantes, dont loin de l'augmenter on devroit diminuer la quantité en fermant ces mines comme autant de gouffres funestes à l'humanité, d'autant qu'aujourd'hui leur produit suffit à peine pour la subsistance des malheureux qu'on y emploie ou condamne : mais jamais les nations ne se confédéreront pour un bien général à faire au genre humain, et rien ici ne peut nous consoler, sinon l'espérance très-fondée que dans quelques siècles, et peut-être plus tôt, on sera forcé d'abandonner ces affreux travaux, que l'or même, devenu trop commun, ne pourra plus payer.

En attendant, nous sommes obligés de suivre le torrent, et je manquerois à mon objet, si je ne faisois pas ici mention de tous les lieux qui nous fournissent ou peuvent nous fournir ce métal, lequel ne deviendra vil que quand les hommes s'anobliront par des vues de sagesse dont nous sommes encore bien éloignés. On continuera donc à chercher l'or partout où il pourra se trouver, sans faire attention que si la recherche coûte à peu près autant

que tout autre travail, il n'y a nulle raison d'y employer des hommes qui, par la culture de la terre, se procureroient une subsistance aussi sûre, et augmenteroient en même temps la richesse réelle, le vrai bien de toute société, par l'abondance des denrées, tandis que celle du métal ne peut y produire que le mal de la disette et d'un surcroît de cherté.

Nous avons en France plusieurs rivières ou ruisseaux qui charrient de l'or en paillettes, que l'on recueille dans leurs sables; et il s'en trouve aussi en paillettes et en poudre dans les terres voisines de leurs bords. Les chercheurs de cet or, qu'on appelle *orpailleurs*, gagneroient autant et plus à tout autre métier; car à peine la récolte de ces paillettes d'or va-t-elle à vingt-cinq ou trente sous par jour. Cette même recherche, ou plutôt cet emploi du temps étoit, comme nous venons de le dire, vingt fois plus profitable du temps des Romains, puisque l'orpailleur pouvoit alors gagner vingt fois sa subsistance : mais à mesure que la quantité du métal s'est augmentée, et surtout depuis la conquête du nouveau monde, le même travail des orpailleurs a moins produit, et produira toujours de moins en moins; en sorte que ce petit métier déjà tombé, tombera tout-à-fait, pour peu que cette quantité de métal augmente encore. L'or d'Amérique a donc enterré l'or de France, en diminuant vingt fois sa valeur; il a fait le même tort à l'Espagne, dont les intérêts bien entendus auroient exigé qu'on n'eût tiré des mines de l'Amérique qu'autant d'or qu'il en falloit pour fournir les colonies, et en maintenir la valeur numéraire en Europe, toujours sur le même pied à peu près. Jules-César cite l'Espagne et la partie méridionale des Gaules comme très-abondantes en or; elles l'étoient en effet, et le seroient encore, si nous n'avions pas nous-mêmes changé cette abondance en disette, et diminué la valeur de notre propre bien en recevant celui de l'étranger. L'augmentation de toute quantité ou denrée nécessaire aux besoins ou utile au service de l'homme est certainement un bien; mais l'augmentation du métal qui n'en est que le signe, ne peut pas être un bien, et ne fait que du mal, puisqu'elle réduit à rien la valeur de ce même métal dans toutes les terres et chez tous les peuples qui s'en sont laissé surcharger par des importations étrangères.

Autant il seroit nécessaire de donner de l'encouragement à la recherche et aux travaux des mines des matières combustibles et des autres minéraux si utiles aux arts et au bien de la société, autant il seroit sage de faire fermer toutes celles d'or et d'argent, et de laisser consommer peu à peu ces masses trop énormes sous les-

quelles sont écrasées nos caisses, sans que nous en soyons plus riches ni plus heureux.

Au reste, tout ce que nous venons de dire ne doit dégrader l'or qu'aux yeux de l'homme sage, et ne lui ôte pas le haut rang qu'il tient dans la Nature; il est le plus parfait des métaux, la première substance entre toutes les substances terrestres, et il mérite à tous égards l'attention du philosophe naturaliste : c'est dans cette vue que nous recueillerons ici les faits relatifs à la recherche de ce métal, et que nous ferons l'énumération des différens lieux où il se trouve.

En France, le Rhin, le Rhône, l'Arve, le Doubs, la Cèze, le Gardon, l'Arriège, la Garonne, le Salat, charrient des paillettes et des grains d'or qu'on trouve dans leurs sables, surtout aux angles rentrans de ces rivières. Ces paillettes ont souvent leurs bords arrondis ou repliés; et c'est par-là qu'on les distingue encore plus aisément que par le poids, des paillettes de mica, qui quelquefois sont de la même couleur, et ont même plus de brillant que celles d'or. On trouve aussi d'assez gros grains d'or dans les rigoles formées par les eaux pluviales, dans les terrains montagneux de Fériès et de Bénagues. On a vu de ces grains, dit M. Guettard, qui pesoient une demi-once : ces grains et paillettes d'or sont accompagnés d'un sable ferrugineux. Il ajoute que dès qu'on s'éloigne de ces montagnes seulement de cinq ou six lieues, on ne trouve plus de grains d'or, mais seulement des paillettes très-minces. Cet académicien fait encore mention de l'or en paillettes qu'on a trouvé en Languedoc et dans le pays de Foix. M. de Gensanne dit aussi qu'il y en a dans plusieurs rivières des diocèses d'Uzès et de Montpellier : ces grains et paillettes d'or qui se trouvent dans les rivières et terres adjacentes, viennent, comme je l'ai dit, des mines renfermées dans les montagnes voisines; mais on ne connoît actuellement qu'un très-petit nombre de ces mines en montagnes[1]. Il y en a une dans les Vosges, près de Steingraben, où l'on a trouvé des feuilles d'or vierge d'un haut titre, dans un *spath* fort blanc; une autre à Saint-Marcel-lès-Jussé en Franche-Comté, que l'éboulement des terres n'a pas permis de suivre. Les Romains ont travaillé des mines d'or à la montagne d'Orel en Dauphiné; et l'on connoît encore aujourd'hui une mine d'argent tenant or à l'Hermitage, au-dessus de Tain, et dans les montagnes du Pontel en Dauphiné. On en a aussi reconnu à Banjoux en Provence; à Lon-

---

[1] Le pays des Tarbelliens, que quelques-uns disent être le territoire de Tarbes, d'autres celui de Dax, produisoit autrefois de l'or, suivant le témoignage de Strabon.

dat, à Rivière et à la montagne d'Argentière, dans le comté de Foix; dans le Bigorre, en Limosin, en Auvergne, et même en Normandie et dans l'Ile de France. Toutes ces mines et plusieurs autres étoient autrefois bien connues et même exploitées : mais l'augmentation de la quantité du métal venu de l'étranger a fait abandonner le travail de ces mines, dont le produit n'auroit pu payer la dépense, tandis que, anciennement, ce même travail étoit très-profitable.

En Hongrie, il y a plusieurs mines d'or dont on tireroit un grand produit, si ce métal n'étoit pas devenu si commun. La plupart de ces mines sont travaillées depuis long-temps, surtout dans les montagnes de Cremnitz et de Schemnitz, où l'on trouve encore de temps en temps quelques nouveaux filons : il y en avoit sept en exploitation dans le temps d'Alphonse Barba, qui dit que la plus riche étoit celle de Cremnitz; elle est d'une grande étendue, et l'on assure qu'on y travaille depuis plus de mille ans; on l'a fouillée dans plusieurs endroits à plus de cent soixante brasses de profondeur. Il y a aussi des mines d'or en Transilvanie, dans lesquelles on a trouvé de l'or vierge. Rzaczynski parle des mines des monts Krapacks, et entre autres d'une veine fort riche dont l'or est en poudre. En Suède, on a découvert quelques mines d'or; mais le minerai n'a rendu que la trente-deuxième partie d'une once par quintal. Enfin on a aussi reconnu de l'or en Suisse, dans plusieurs endroits de la Valteline, et particulièrement dans la montagne de l'Oro, qui en a tiré son nom. L'on en trouve aussi dans le canton d'Underwald. Plusieurs rivières dans les Alpes en roulent des paillettes; le Rhin dans le pays des Grisons, la Reuss, l'Aar et plusieurs autres, aux cantons de Lucerne, de Soleure, etc. Le Tage et quelques autres fleuves d'Espagne ont été célébrés par les anciens, à cause de l'or qu'ils roulent; et il n'est pas douteux que toutes ces paillettes et grains d'or que l'on trouve dans les eaux qui découlent des Alpes, des Pyrénées et des montagnes intermédiaires, ne proviennent des mines primitives renfermées dans ces montagnes, et que si l'on pouvoit suivre ces courans d'eau chargés d'or jusqu'à leur source, on ne seroit pas éloigné du lieu qui les recèle : mais, je le répète, ces travaux seroient maintenant très-inutiles, et leur produit bien superflu. J'observerai seulement, d'après l'exposition qui vient d'être faite, que les rivières aurifères sont plus souvent situées au couchant qu'au levant des montagnes. La France, qui est à l'ouest des Alpes, a beaucoup plus de cet or de transport que l'Italie et l'Allemagne, qui sont situées à l'est. Nous verrons, par l'examen des autres régions où

l'on recueille l'or en paillettes, si cette observation doit être présentée comme un fait général.

La plupart des peuples de l'Asie ont anciennement tiré de l'or du sein de la terre, soit dans les montagnes qui produisent ce métal, soit dans les rivières qui en charrient les débris. Il y en a une mine en Turquie, à peu de distance du chemin de Salonique à Constantinople, qui, du temps du voyageur Paul Lucas, étoit en pleine exploitation, et affermée par le grand-seigneur. L'île de *Thassos*, aujourd'hui *Tasso*, dans l'Archipel, étoit célèbre chez les anciens, à cause de ses riches mines d'or: Hérodote en parle, et dit aussi qu'il y avoit beaucoup d'or dans les montagnes de la Thrace, dont l'une s'éboula par la sape des grands travaux qu'on y avoit faits pour en tirer ce métal. Ces mines de l'île de Tasso sont actuellement abandonnées; mais il y en a une dans le milieu de l'île de Chypre, près de la ville de Nicosie, d'où l'on tire encore beaucoup d'or.

Dans la Mingrélie, à six journées de Teflis, il y a des mines d'or et d'argent; on en trouve aussi dans la Perse, auxquelles il paroît qu'on a travaillé anciennement: mais on les a abandonnées comme en Europe, parce que la dépense excédoit le produit; et aujourd'hui tout l'or et l'argent de Perse vient des pays étrangers.

Les montagnes qui séparent le Mogol de la Tartarie, sont riches en mines d'or et d'argent: les habitans de la Buckarie recueillent ces métaux dans le sable des torrens qui tombent de ces montagnes. Dans le Thibet, au-delà du royaume de Cachemire, il y a trois montagnes dont l'une produit de l'or, la seconde des grenats, et la troisième du lapis: il y a aussi de l'or au royaume de Tipra et dans plusieurs rivières de la dépendance du Grand-Lama, et la plus grande partie de cet or est transportée à la Chine. On a reconnu des mines d'or et d'argent dans le pays d'Azem, sur les frontières du Mogol. Le royaume de Siam est l'un des pays du monde où l'or paroît le plus commun; mais nous n'avons aucune notice sur les mines de cette contrée. La partie de l'Asie où l'on trouve le plus d'or est l'île de Sumatra: les habitans d'Achem en recueillent sur le penchant des montagnes, dans les ravines creusées par les eaux; cet or est en petits morceaux, et passe pour être très-pur. D'autres voyageurs disent au contraire que cet or d'Achem est de très-bas aloi, même plus bas que celui de la Chine; ils ajoutent qu'il se trouve à l'ouest ou sud-ouest de l'île, et que quand les Hollandois vont y chercher le poivre, les paysans leur en apportent une bonne quantité: d'autres mines d'or dans la même île se trouvent dans les environs de la ville de Tikon; mais aucun voyageur n'a donné

d'aussi bons renseignemens sur ces mines que M. Herman Grimm, qui a fait sur cela, comme sur plusieurs autres sujets d'histoire naturelle, de très-bonnes observations.

L'île de Célèbes ou de Macassar produit aussi de l'or, que l'on tire du sable des rivières. Il en est de même de l'île de Bornéo; et dans les montagnes de l'île de Timor il se trouve de l'or très-pur. Il y a aussi quelques mines d'or et d'argent aux Maldives, à Ceylan, et dans presque toutes les îles de la mer des Indes jusqu'aux îles Philippines, d'où les Espagnols en ont tiré une quantité assez considérable.

Dans la partie méridionale du continent de l'Asie, on trouve, comme dans les îles, de très-riches mines d'or, à Camboie, à la Cochinchine, au Tunquin, à la Chine, où plusieurs rivières en charrient: mais, selon les voyageurs, cet or de la Chine est d'assez bas aloi; ils assurent que les Chinois apportent à Manille de l'or qui est très-blanc, très-mou, et qu'il faut allier avec un cinquième de cuivre rouge pour lui donner la couleur et la consistance nécessaires dans les arts. Les îles du Japon et celle de Formose sont peut-être encore plus riches en mines d'or que la Chine. Enfin l'on trouve de l'or jusqu'en Sibérie; en sorte que ce métal, quoique plus abondant dans les contrées méridionales de l'Asie, ne laisse pas de se trouver aussi dans les régions de cette grande partie du monde.

Les terres de l'Afrique sont plus intactes et par conséquent plus riches en or que celles de l'Asie. Les Africains en général, beaucoup moins civilisés que les Asiatiques, se sont rarement donné la peine de fouiller la terre à de grandes profondeurs; et quelque abondantes que soient les mines d'or dans leurs montagnes, ils se sont contentés d'en recueillir les débris dans les vallées adjacentes, qui étoient et même sont encore très-richement pourvues de ce métal. Dès l'année 1442, les Maures, voisins du cap Bajador, offrirent de la poudre d'or aux Portugais, et c'étoit la première fois que les Européens eussent vu de l'or en Afrique. La recherche de ce métal suivit de près ces offres; car en 1461 on fit commerce de l'or *de la Mina* (or de la mine), au cinquième degré de latitude nord, sur cette même côte qu'on a depuis nommée *la côte d'Or*. Il y avoit néanmoins de l'or dans les parties de l'Afrique anciennement connues, et dans celles qui avoient été découvertes long-temps avant le cap Bajador: mais il y a toute apparence que les mines n'en avoient pas été fouillées, ni même reconnues; car le voyageur Roberts est le premier qui ait indiqué des mines d'or dans les îles du cap Vert. La côte d'Or est encore aujourd'hui

l'une des parties de l'Afrique qui produit la plus grande quantité de ce métal: la rivière d'Axim en charrie des paillettes et des grains qu'elle dépose dans le sable en assez grande quantité pour que les Nègres prennent la peine de plonger et de tirer ce sable du fond de l'eau. On recueille aussi beaucoup d'or par le lavage dans les terres du royaume de Kanon, à l'est et au nord-est de Galam, où il se trouve presque à la surface du terrain. Il y en a aussi dans le royaume de Tombut, ainsi qu'à Gago et à Zamfara. Il y en a de même dans plusieurs endroits de la Guinée, et dans les terres voisines de la rivière de Gambra, ainsi qu'à la côte des Dents. Il y a aussi un grand nombre de mines d'or dans le royaume de Butna, qui s'étend depuis les montagnes de la Lune jusqu'à la rivière de Maguika, et un plus grand nombre encore dans le royaume de Bambuk.

Tavernier fait mention d'un morceau d'or naturel, ramifié en forme d'arbrisseau, qui seroit le plus beau morceau qu'on ait jamais vu dans ce genre, si son récit n'est pas exagéré. Pyrard dit aussi avoir vu une branche d'or massif et pur, longue d'une coudée, et branchue comme du corail, qui avoit été trouvée dans la rivière de Couesme ou Couama, autrement appelée *rivière noire*, à Sofala. Dans l'Abyssinie, la province de Goyame est celle où se trouvent les plus riches mines d'or. On porte ce métal, tel qu'on le tire de la mine, à Gondar, capitale du royaume, et on l'y travaille pour le purifier et le fondre en lingots. Il se trouve aussi en Ethiopie, près d'Helem, de l'or disséminé dans les premières couches de la terre, et cet or est très-fin. Mais la contrée de l'Afrique la plus riche, ou du moins la plus anciennement célèbre par son or, est celle de Sofala et du Monomotapa. On croit, dit Marmol, que le pays d'Ophir, d'où Salomon tiroit l'or pour orner son temple, est le pays même de Sofala. Cette conjecture seroit un peu mieux fondée en la faisant tomber sur la province du Monomotapa qui porte encore actuellement le nom d'*Ophur* ou *Ofur*. Quoi qu'il en soit, cette abondance d'or à Sofala et dans le pays d'Ofur au Monomotapa ne paroît pas encore avoir diminué, quoiqu'il y ait toute apparence que de temps immémorial la plus grande partie de l'or qui circuloit dans les provinces orientales de l'Afrique, et même en Arabie, venoit de ce pays de Sofala. Les principales mines sont situées dans les montagnes, à cinquante lieues et plus de distance de la ville de Sofala : les eaux qui découlent de ces montagnes entraînent une infinité de paillettes d'or et de grains assez gros. Ce métal est de même très-commun à Mozambique. Enfin l'île de Madagascar participe aussi aux richesses du conti-

nent voisin : seulement il paroît que l'or de cette île est d'assez bas aloi, et qu'il est mêlé de quelques matières qui le rendent blanc et lui donnent de la mollesse et plus de fusibilité.

L'on doit voir assez évidemment, par cette énumération de toutes les terres qui ont produit et produisent encore de l'or, tant en Europe qu'en Asie et en Afrique, combien peu nous étoit nécessaire celui du nouveau monde; il n'a servi qu'à rendre presque nulle la valeur du nôtre; il n'a même augmenté que pendant un temps assez court la richesse de ceux qui le faisoient extraire pour nous l'apporter. Ces mines ont englouti les nations américaines et dépeuplé l'Europe. Quelle différence pour la Nature et pour l'humanité, si les myriades de malheureux qui ont péri dans ces fouilles profondes des entrailles de la terre, eussent employé leurs bras à la culture de sa surface! ils auroient changé l'aspect brut et sauvage de leurs terres informes en guérets réguliers, en riantes campagnes, aussi fécondes qu'elles étoient stériles et qu'elles le sont encore : mais les conquérans ont-ils jamais entendu la voix de la sagesse, ni même le cri de la pitié! leurs seules vues sont la déprédation et la destruction; ils se permettent tous les excès du fort contre le foible; la mesure de leur gloire est celle de leurs crimes, et leur triomphe l'opprobre de la vertu. En dépeuplant ce nouveau monde, ils l'ont défiguré et presque anéanti; les victimes sans nombre qu'ils ont immolées à leur cupidité mal entendue, auront toujours des voix qui réclameront à jamais contre leur cruauté : tout l'or qu'on a tiré de l'Amérique pèse peut-être moins que le sang humain qu'on y a répandu.

Comme cette terre étoit de toutes la plus nouvelle, la plus intacte et la plus récemment peuplée, elle brilloit encore, il y a trois siècles, de tout l'or et l'argent que la Nature y avoit versés avec profusion : les naturels n'en avoient ramassé que pour leur commodité; et non par besoin ni par cupidité, ils en avoient fait des instrumens, des vases, des ornemens, et non pas des monnoies ou des signes de richesse exclusifs : ils en estimoient la valeur par l'usage, et auroient préféré notre fer, s'ils eussent eu l'art de l'employer. Quelle dut être leur surprise lorsqu'ils virent des hommes sacrifier la vie de tant d'autres hommes, et quelquefois la leur propre, à la recherche de cet or que souvent ils dédaignoient de mettre en œuvre! Les Péruviens rachetèrent leur roi, que cependant on ne leur rendit pas, pour plusieurs milliers pesant d'or: les Mexicains en avoient fait à peu près autant, et furent trompés de même; et pour couvrir l'horreur de ces violations, ou plutôt pour étouffer les germes d'une vengeance éternelle, on finit par

exterminer presque en entier ces malheureuses nations; car à peine reste-t-il la millième partie des anciens peuples auxquels appartenoient ces terres, sur lesquelles leurs descendans, en très-petit nombre, languissent dans l'esclavage, ou mènent une vie fugitive. Pourquoi donc n'a-t-on pas préféré de partager avec eux ces terres qui faisoient leur domaine? pourquoi ne leur en céderoit-on pas quelque portion aujourd'hui, puisqu'elles sont si vastes et plus d'aux trois quarts incultes, d'autant qu'on n'a plus rien à redouter de leur nombre? Vaines représentations, hélas! en faveur de l'humanité! le philosophe pourra les approuver; mais les hommes puissans daigneront-ils les entendre?

Laissons donc cette morale affligeante, à laquelle je n'ai pu m'empêcher de revenir à la vue du triste spectacle que nous présentent les travaux des mines en Amérique : je n'en dois pas moins indiquer ici les lieux où elles se trouvent, comme je l'ai fait pour les autres parties du monde; et, à commencer par l'île de Saint-Domingue, nous trouverons qu'il y a des mines d'or dans une montagne près de la ville de Sant-Iago-Cavallero, et que les eaux qui en descendent entraînent et déposent de gros grains d'or; qu'il y en a de même dans l'île de Cuba, et dans celle de Sainte-Marie, dont les mines ont été découvertes au commencement du siècle dernier. Les Espagnols ont autrefois employé un grand nombre d'esclaves au travail de ces mines : outre l'or que l'on tiroit du sable, il s'en trouvoit souvent d'assez gros morceaux, comme enchâssés naturellement dans les rochers. L'île de la Trinité a aussi des mines et des rivières qui fournissent de l'or.

Dans le continent, à commencer par l'isthme de Panama, les mines d'or se trouvent en grand nombre; celles du Darien sont les plus riches, et fournissent plus que celles de Veragua et de Panama. Indépendamment du produit des mines en montagnes, les rivières de cet isthme donnent aussi beaucoup d'or en grains, en paillettes et en poudre, ordinairement mêlé d'un sable ferrugineux qu'on en sépare avec l'aimant. Mais c'est au Mexique où l'or s'est trouvé répandu avec le plus de profusion. L'une des mines les plus fameuses est celle de Mezquital, dont nous avons déjà parlé. La pierre de cette mine, dit M. Bowles, est un quarz blanc mêlé en moindre quantité avec un quarz couleur de bois ou de corne, qui fait feu contre l'acier : on y voit quelques petites taches vertes, lesquelles ne sont que des cristaux qui ressemblent aux émeraudes en groupes, et dont l'intérieur contient de petits grains d'or. Presque toutes les autres provinces du Mexique ont aussi des mines d'or, ou des mines d'argent plus ou moins mêlé

d'or. Selon le même M. Bowles, celle de Mezquital, quoique la meilleure, ne donne au quintal que trente onces d'argent et vingt-deux grains d'or et demi. Mais il y a apparence qu'il a été mal informé sur la nature et le produit de cette mine; car si elle ne tenoit en effet que vingt-deux grains d'or et demi sur trente onces d'argent par quintal, ce qui ne feroit pas six grains d'or par marc d'argent, on n'en feroit pas le départ à la monnoie de Mexico, puisqu'il est réglé par les ordonnances qu'on ne séparera que l'argent tenant par marc vingt-sept grains d'or et au-dessus, et qu'autrefois il falloit trente grains pour qu'on en fît le départ; ce qui est, comme l'on voit, une très-petite quantité d'or en comparaison de celle de l'argent ; et cet argent du Mexique, restant toujours mêlé d'un peu d'or, même après les opérations du départ, est plus estimé que celui du Pérou, surtout plus que celui des mines de Sainte-Pécaque, que l'on transporte à Compostelle.

Les relateurs s'accordent à dire que la province de Carthagène fournissoit autrefois beaucoup d'or, et l'on y voit encore des fouilles et des travaux très-anciens; mais ils sont actuellement abandonnés. C'est au Pérou que le travail de ces mines est aujourd'hui en pleine exploitation. Frézier remarque seulement que les mines d'or sont assez rares dans la partie méridionale de ce royaume, mais que la province de Popayan en est remplie, et que l'ardeur pour les exploiter semble être toujours la même. M. d'Ulloa dit que chaque jour on y découvre de nouvelles mines qu'on s'empresse de mettre en valeur, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici ce que ce savant naturaliste péruvien a écrit sur les mines de son pays. « Les *partidos* ou districts de *Celi*, de *Buga*, d'*Almaguer* et de *Barbocoas*, sont, dit-il, les plus abondans en « métal, avec l'avantage que l'or y est très-pur, et qu'on n'a pas « besoin d'y employer le mercure pour le séparer des parties « étrangères. Les mineurs appellent *minas de caxa* celles où le « minéral est renfermé entre des pierres. Celles de Popayan ne « sont pas dans cet ordre; car l'or s'y trouve répandu dans les « terres et les sables..... Dans le bailliage de *Choco*, outre les mines « qui se traitent au lavoir, il s'en trouve quelques-unes où le « minerai est enveloppé d'autres matières métalliques et de sucs « bitumineux dont on ne peut le séparer qu'au moyen du mer- « cure. La *platine* est un autre obstacle qui oblige quelquefois « d'abandonner les mines : on donne ce nom à une pierre si « dure, que, ne pouvant la briser sur une enclume d'acier ni la « réduire par calcination, on ne peut tirer le minerai qu'elle « renferme qu'avec un travail et des frais extraordinaires. Entre

« toutes ces mines, il y en a plusieurs où l'or est mêlé d'un *tom-*
« *bac* aussi fin que celui de l'Orient, avec la propriété singulière
« de ne jamais engendrer de vert-de-gris et de résister aux acides.

« Dans le bailliage de *Zaruma* au Pérou, l'or des mines est de
« si bas aloi, qu'il n'est quelquefois qu'à dix-huit et même à seize
« karats; mais cette mauvaise qualité est réparée par l'abon-
« dance....... Le gouvernement de *Jaën de Bracamoros* a des
« mines de la même espèce, qui rendoient beaucoup il y a un
« siècle..... Autrefois il y avoit quantité de mines d'or ouvertes
« dans la province de Quito, et plus encore de mines d'argent...
« On a recueilli des grains d'or dans les ruisseaux qui tirent leur
« source de la montagne de *Pitchincha;* mais rien ne marque
« qu'on y ait ouvert des mines....... Le pays de *Pattactanga,*
« dans la juridiction de *Riobamba,* est si rempli de mines, qu'en
« 1743 un habitant de cette ville avoit fait enregistrer pour son
« seul compte dix-huit veines d'or et d'argent, toutes riches et
« de bon aloi. L'une de ces mines d'argent rendoit quatre-vingts
« marcs par cinquante quintaux de minerai, tandis qu'elles passent
« pour riches quand elles en donnent huit à dix marcs..... Il y a
« aussi des mines d'or et d'argent dans les montagnes de la juri-
« diction de *Cuença,* mais qui rendent peu. Les gouvernemens
« de *Quixos* et de *Macas* sont riches en mines; ceux de *Marinas*
« et d'*Atamès* en ont aussi d'une grande valeur...... Les terres
« arrosées par quelques rivières qui tombent dans le Maragnon,
« et par les rivières de *Saint-Iago* et de *Mira,* sont remplies de
« veines d'or. »

Les anciens historiens du nouveau monde, et entre autres le P. Acosta, nous ont laissé quelques renseignemens sur la manière dont la Nature a disposé l'or dans ces riches contrées; on le trouve sous trois formes différentes : 1°. en grains ou *pépites,* qui sont des morceaux massifs et sans mélange d'autre métal; 2°. en poudre; 3°. dans des pierres. « J'ai vu, dit cet historien, quelques-unes
« de ces pépites qui pesoient plusieurs livres. L'or, dit-il, a par
« excellence sur les autres métaux de se trouver pur et sans mé-
« lange; cependant, ajoute-t-il, on trouve quelquefois des pépites
« d'argent tout-à-fait pures : mais l'or en pépites est rare en com-
« paraison de celui qu'on trouve en poudre. L'or en pierre est
« une veine d'or infiltrée dans la pierre, comme je l'ai vu à *Ca-*
« *ruma,* dans le gouvernement des salines.... Les anciens ont cé-
« lébré les fleuves qui rouloient de l'or; savoir, le Tage en Es-
« pagne, le Pactole en Asie, et le Gange aux Indes orientales. Il
« y a de même dans les rivières des îles de Barlovento, de Cuba,

« Porto-Rico et Saint-Domingue, de l'or mêlé dans leurs sables...
« Il s'en trouve aussi dans les torrens au Chili, à Quito, et au nou-
« veau royaume de Grenade. L'or qui a le plus de réputation est
« celui de *Caranava* au Pérou, et celui de *Valdivia* au Chili,
« parce qu'il est très-pur et de vingt-trois karats et demi. L'on
« fait aussi état de l'or de *Veragua*, qui est très-fin : celui de la
« Chine et des Philippines qu'on apporte en Amérique, n'est pas,
« à beaucoup près, aussi pur. »

Le voyageur Wafer raconte qu'on trouve de même une grande quantité d'or dans les sables de la rivière de *Coquimbo* au Pérou, et que le terrain voisin de la baie où se décharge cette rivière dans la mer, est comme poudré de poussière d'or, *au point*, dit-il, *que quand nous y marchions, nos habits en étoient couverts; mais cette poudre étoit si menue, que c'eût été un ouvrage infini de vouloir la ramasser*. « La même chose nous arriva, continue-t-il,
« dans quelques autres lieux de cette même côte, où les rivières
« amènent de cette poudre avec le sable; mais l'or se trouve en pail-
« lettes et en grains plus gros à mesure que l'on remonte ces ri-
« vières aurifères vers leurs sources. »

Au reste, il paroît que les grains d'or que l'on trouve dans les rivières ou dans les terres adjacentes, n'ont pas toujours leur brillant jaune et métallique; ils sont souvent teints d'autres couleurs, brunes, grises, etc. : par exemple, on tire des ruisseaux du pays d'*Arecaja* de l'or en forme de dragées de plomb, et qui ressemblent à ce métal par leur couleur grise; on trouve aussi de cet or gris dans les torrens de *Coroyeo* : celui que les eaux roulent dans le pays d'Arecaja, vient probablement des mines de la province de *Carabaja*, qui en est voisine; et c'est l'une des contrées du Pérou qui est la plus abondante en or fin, qu'Alphonse Barba dit être de vingt-trois karats trois grains, ce qui seroit à très-peu près aussi pur que notre or le mieux raffiné.

Les terres du Chili sont presque aussi riches en or que celles du Mexique et du Pérou. On a trouvé à douze lieues vers l'est de la ville de la Conception, des pépites d'or, dont quelques-unes étoient du poids de huit ou dix marcs, et de très-haut aloi. On tiroit autrefois beaucoup d'or vers Angol, à dix ou douze lieues plus loin, et l'on pourroit en recueillir en mille autres endroits; car tout cet or est dans une terre qu'il suffit de laver. Frézier, dont nous tirons cette indication, en a donné plusieurs autres, avec un égal discernement, sur les mines des diverses provinces du Chili. On trouve encore de l'or dans les terres qu'arrosent le Maragnon, l'Orénoque, etc.; il y en a aussi dans quelques endroits de la

Guiane. Enfin les Portugais ont découvert et fait travailler depuis près d'un siècle les mines du Brésil et du Paraguai, qui se sont trouvées, dit-on, encore plus riches que celles du Mexique et du Pérou. Les mines les plus prochaines de Rio-Janeiro, où l'on apporte ce métal, sont à une assez grande distance de cette ville. M. Cook dit qu'on ne sait pas au juste où elles sont situées, et que les étrangers ne peuvent les visiter, parce qu'il y a une garde continuelle sur les chemins qui conduisent à ces mines : on sait seulement qu'on en tire beaucoup d'or, et que les travaux en sont difficiles et périlleux ; car on achète annuellement, pour le compte du roi, quarante mille Nègres qui ne sont employés qu'à les exploiter.

Selon l'amiral Anson, ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a trouvé de l'or au Brésil. On remarqua que les naturels du pays se servoient d'hameçons d'or pour la pêche, et on apprit d'eux qu'ils recueilloient cet or dans les sables et graviers que les pluies et les torrens détachoient des montagnes. « Il y a, dit ce « voyageur, de l'or disséminé dans les terres basses, mais qui « paye à peine les frais de la recherche, et les montagnes offrent « des veines d'or engagées dans les rochers ; mais le moyen le plus « facile de se procurer de l'or, c'est de le prendre dans le limon « des torrens qui en charrient. Les esclaves employés à cet ouvrage « doivent fournir à leurs maîtres un huitième d'once par jour ; « le surplus est pour eux, et ce surplus les a souvent mis en état « d'acheter leur liberté. Le roi a droit de quint sur tout l'or que « l'on extrait des mines, ce qui va à trois cent mille livres ster- « ling par an, et par conséquent la totalité de l'or extrait des mines « chaque année est d'un million cinq cent mille livres sterling, sans « compter l'or que l'on exporte en contrebande, et qui monte « peut-être au tiers de cette somme. »

Nous n'avons aucun autre indice sur ces mines d'or si bien gardées par les ordres du roi de Portugal ; quelques voyageurs nous disent seulement qu'au nord du fleuve *Jujambi* il y a des montagnes qui s'étendent de trente à quarante lieues de l'est à l'ouest sur dix à quinze lieues de largeur ; qu'elles renferment plusieurs mines d'or ; qu'on y trouve aussi ce métal en grains et en poudre, et que son aloi est communément de vingt-deux karats : ils ajoutent qu'on y rencontre quelquefois des grains ou pépites qui pèsent deux ou trois onces.

Il résulte de ces indications, qu'en Amérique comme en Afrique, et partout ailleurs où la terre n'a pas encore été épuisée par les recherches de l'homme, l'or le plus pur se trouve, pour ainsi

dire, à la surface du terrain, en poudre, en paillettes ou en grains, et quelquefois en pépites, qui ne sont que des grains plus gros et souvent aussi purs que des lingots fondus; ces pépites et ces grains, ainsi que les paillettes et les poudres, ne sont que les débris plus ou moins brisés et atténués par le frottement de plus gros morceaux d'or arrachés par les torrens et détachés des veines métalliques de première formation : ils sont descendus en roulant du haut des montagnes dans les vallées. Le quarz et les autres gangues de l'or, entraînés en même temps par le mouvement des eaux, se sont brisés, et ont, par leur frottement, divisé, comminué ces morceaux de métal, qui dès-lors se sont trouvés isolés, et se sont arrondis en grains ou atténués en paillettes par la continuité du frottement dans l'eau; et enfin ces mêmes paillettes encore plus divisées ont formé les poudres plus ou moins fines de ce métal. On voit aussi des agrégats assez grossiers de parcelles d'or qui paroissent s'être réunies par la stillation et l'intermède de l'eau, et qui sont plus ou moins mélangées de sables ou de matières terreuses rassemblées et déposées dans quelque cavité, où ces parcelles métalliques n'ont que peu d'adhésion avec la terre et le sable dont elles sont mélangées; mais toutes ces petites masses d'or, ainsi que les grains, les paillettes et les poudres de ce métal, tirent également leur origine des mines primordiales, et leur pureté dépend en partie de la grande division que ces grains métalliques ont subie en s'exfoliant et se comminuant par les frottemens qu'ils n'ont cessé d'essuyer depuis leur séparation de la mine jusqu'aux lieux où ils ont été entraînés : car cet or arraché de ses mines et roulé dans le sable des torrens a été choqué et divisé par tous les corps durs qui se sont rencontrés sur sa route; et plus ces particules d'or auront été atténuées, plus elles auront acquis de pureté en se séparant de tout alliage par cette division mécanique, qui, dans l'or, va, pour ainsi dire, à l'infini : il est d'autant plus pur qu'il est plus divisé; et cette différence se remarque en comparant ce métal en paillettes ou en poudre avec l'or des mines; car il n'est qu'à vingt-deux karats dans les meilleures mines en montagnes, souvent à dix-neuf ou vingt, et quelquefois à seize et même à quatorze, tandis que communément l'or en paillettes est à vingt-trois karats, et rarement au-dessous de vingt. Comme ce métal est toujours plus ou moins allié d'argent dans ses mines primordiales, et quelquefois d'argent mêlé d'autres matières métalliques, la très-grande division qu'il éprouve par les frottemens, lorsqu'il est détaché de sa mine, le sépare de ces alliages naturels, et le rend d'autant plus pur qu'il est réduit en atomes plus petits; en sorte

qu'au lieu du bas aloi que l'or avoit dans sa mine, il prend un plus haut titre à mesure qu'il s'en éloigne, et cela par la séparation, et, pour ainsi-dire, par le départ mécanique de toute matière étrangère.

Il y a donc double avantage à ne recueillir l'or qu'au pied des montagnes et dans les eaux courantes qui en ont entraîné les parties détachées des mines primitives : ces parties détachées peuvent former par leur accumulation des mines secondaires en quelques endroits. L'extraction du métal, qui, dans ces sortes de mines, ne sera mêlé que de sable ou de terre, sera bien plus facile que dans les mines primordiales, où l'or se trouve toujours engagé dans le quarz et le roc le plus dur. D'autre côté, l'or de ces mines de seconde formation sera toujours plus pur que le premier; et vu la quantité de ce métal dont nous sommes actuellement surchargés, on devroit au moins se borner à ne ramasser que cet or déjà purifié par la Nature, et réduit en poudre, en paillettes ou en grains, et seulement dans les lieux où le produit de ce travail seroit évidemment au-dessus de sa dépense.

DE L'ARGENT.

Nous avons dit que, dans la nature primitive, l'argent et l'or n'ont fait généralement qu'une masse commune, toujours composée de l'un et l'autre de ces métaux, qui même ne se sont jamais complétement séparés, mais seulement atténués, divisés par les agens extérieurs, et réduits en atomes si petits, que l'or s'est trouvé d'un côté, et a laissé de l'autre la plus grande partie de l'argent; mais, malgré cette séparation d'autant plus naturelle qu'elle est plus mécanique, nulle part on n'a trouvé de l'or exempt d'argent, ni d'argent qui ne contînt un peu d'or. Pour la Nature, ces deux métaux sont du même ordre, et elle les a doués de plusieurs attributs communs; car, quoique leur densité soit très-différente[1], leurs autres propriétés essentielles sont les mêmes :

[1] « Un pied cube d'argent pèse 720 livres; un pied cube d'or, 1348 livres. Le « premier ne perd dans l'eau qu'un onzième de son poids, et l'autre entre un « dix-neuvième et un vingtième. » (*Dictionnaire de chimie*, articles de l'*or* et de l'*argent*.) J'observerai que ces proportions ne sont pas exactes ; car en supposant que l'or perde un dix-neuvième et demi de son poids, et que l'argent ne perde qu'un onzième, si le pied cube d'or pèse 1348 livres, le pied cube d'argent

ils sont également inaltérables, et presque indestructibles; l'un et l'autre peuvent subir l'action de tous les élémens sans en être altérés; tous deux se fondent et se subliment à peu près au même degré de feu [1]; ils n'y perdent guère plus l'un que l'autre [2]; ils résistent à toute sa violence, sans se convertir en chaux [3]; tous deux ont aussi plus de ductilité que tous les autres métaux; seulement l'argent, plus foible en densité et moins compacte que l'or, ne peut prendre autant d'extension [4]; et de même, quoiqu'il ne soit pas susceptible d'une véritable rouille par les impressions de l'air

---

doit peser 760 livres seize trentièmes. M. de Bomare, dans son *Dictionnaire d'Histoire naturelle*, dit que le pouce cube d'argent pèse 6 onces 5 gros 26 grains, ce qui ne feroit qu'un peu plus de 718 livres le pied cube, tandis que dans sa *Minéralogie*, tome II, page 210, il dit que le pied cube d'argent pèse 11523 onces, ce qui fait 720 livres 3 onces pour le pied cube. Les estimations données par M. Brisson sont plus justes : le pied cube d'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse, selon lui, 1348 livres 1 once 41 grains, et le pied cube d'or à 24 karats, fondu et battu, pèse 1355 livres 5 onces 60 grains : le pied cube d'argent à 12 deniers, fondu et non battu, pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains, et le pied cube du même argent à 12 deniers, c'est-à-dire, aussi pur qu'il est possible, pèse, lorsqu'il est forgé ou battu, 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

[1] On est assuré de cette sublimation de l'or et de l'argent, non-seulement par mes expériences au miroir ardent, mais aussi par la quantité que l'on en recueille dans les suies des fourneaux d'affinage des monnoies.

[2] Kunckel ayant tenu de l'or et de l'argent pendant quelques semaines en fusion, assure que l'or n'avoit rien perdu de son poids; mais il avoue que l'argent avoit perdu quelques grains. Il a mal à propos oublié de dire sur quelle quantité.

[3] L'argent tenu au foyer d'un miroir ardent se couvre, comme l'or, d'une pellicule vitreuse; mais M. Macquer, qui a fait cette expérience, avoue qu'on n'est pas encore assuré si cette vitrification provient des métaux ou de la poussière de l'air. (*Dictionnaire de chimie*, article *argent*.)

[4] « Un fil d'argent d'un dixième de pouce de diamètre ne soutient, avant de « rompre, qu'un poids de 270 livres, au lieu qu'un pareil fil d'or soutient 500 « livres........ On peut réduire un grain d'argent en une lame de trois aunes, « c'est-à-dire, de 126 pouces de longueur *sur 2 pouces* de largeur, ce qui fait « une étendue de 262 pouces carrés, et dès-lors avec une once d'argent, c'est-à-« dire, 576 grains, on pourroit couvrir un espace de 504 pieds carrés. » (*Expé-« riences de Musschenbroek.*)

Il y a certainement ici une faute d'impression qui tombe sur les mots *deux pouces de largeur :* ce fil d'argent n'avoit en effet que 2 lignes, et non pas 2 pouces, et par conséquent 26 pouces carrés d'étendue, au lieu de 126; d'après quoi l'on voit que 576 grains ou 1 once d'argent ne peuvent en effet s'étendre que sur 104 et non pas sur 504 pieds carrés, et c'est encore beaucoup plus que la densité de ce métal ne paroît l'indiquer, puisqu'une once d'or ne s'étend que sur 106 pieds carrés : dès-lors, en prenant ces deux faits pour vrais, la ductilité de l'argent est presque aussi grande que celle de l'or, quoique sa densité et sa ténacité soient beaucoup moindres. Il y a aussi toute apparence qu'Alphonse Barba se trompe beaucoup, en disant que l'or est cinq fois plus ductile que l'argent : il assure qu'une once d'argent s'étend en un fil de 2400 aunes de longueur; que cette longueur peut être couverte par 6 grains et demi d'or, et qu'on peut dilater l'or au point qu'une once de ce métal couvrira plus de dix arpens de terre.

et de l'eau, il oppose moins de résistance à l'action des acides, et n'exige pas, comme l'or, la réunion de deux puissances actives pour entrer en dissolution; le foie de soufre le noircit et le rend aigre et cassant : l'argent peut donc être attaqué dans le sein de la terre plus fortement et bien plus fréquemment que l'or, et c'est par cette raison que l'on trouve assez communément de l'argent minéralisé, tandis qu'il est extrêmement rare de trouver l'or dans cet état d'altération ou de minéralisation.

L'argent, quoiqu'un peu plus fusible que l'or, est cependant un peu plus dur et plus sonore : le blanc éclatant de sa surface se ternit et même se noircit, dès qu'elle est exposée aux vapeurs des matières inflammables, telles que celles du soufre, du charbon, et à la fumée des substances animales; si même il subit long-temps l'impression de ces vapeurs sulfureuses, il se minéralise, et devient semblable à la mine que l'on connoît sous le nom d'*argent vitré*.

Les trois propriétés communes à l'or et à l'argent, qu'on a toujours regardés comme les seuls métaux parfaits, sont la ductilité, la fixité au feu, et l'inaltérabilité à l'air et dans l'eau. Par toutes les autres qualités l'argent diffère de l'or, et peut souffrir des changemens et des altérations auxquels ce premier métal n'est pas sujet. On trouve, à la vérité, de l'argent qui, comme l'or, n'est point minéralisé, mais c'est proportionnellement en bien moindre quantité; car, dans ses mines primordiales, l'argent, toujours allié d'un peu d'or, est très-souvent mélangé d'autres matières métalliques, et particulièrement de plomb et de cuivre : on regarde même comme des mines d'argent toutes celles de plomb ou de cuivre qui contiennent une certaine quantité de ce métal; et dans les mines secondaires produites par la stillation et le dépôt des eaux, l'argent se trouve souvent attaqué par les sels de la terre, et se présente dans l'état de minéralisation sous différentes formes; on peut voir par les listes des nomenclateurs en minéralogie, et particulièrement par celle que donne Wallerius, combien ces formes sont variées, puisqu'il en compte dix sortes principales, et quarante-neuf variétés dans ces dix sortes : je dois cependant observer qu'ici, comme dans tout autre travail des nomenclateurs, il y a toujours beaucoup plus de noms que de choses.

Dans la plupart des mines secondaires, l'argent se présente en forme de minerai pyriteux, c'est-à-dire, mêlé et pénétré des principes du soufre, ou bien altéré par le foie de soufre, et quelquefois par l'arsenic[1].

---

[1] « La mine d'argent rouge est minéralisée par l'arsenic et le soufre; elle est d'un

L'acide nitreux dissout l'argent plus puissamment qu'aucun autre; l'acide vitriolique le précipite de cette dissolution et forme avec lui de très-petits cristaux qu'on pourroit appeler du *vitriol d'argent;* l'acide marin, qui le dissout aussi, en fait des cristaux plus gros, dont la masse réunie par la fusion se nomme *argent corné*, parce qu'il est à demi transparent comme de la corne.

La Nature a produit, en quelques endroits, de l'argent sous cette forme; on en trouve en Hongrie, en Bohème et en Saxe, où il y a des mines qui offrent à la fois l'argent natif, l'argent rouge, l'argent vitré et l'argent corné. Lorsque cette dernière mine n'est point altérée, elle est demi-transparente et d'un gris jaunâtre; mais si elle a été attaquée par des vapeurs sulfureuses, ou par le foie de soufre, elle devient opaque et d'une couleur brune. L'argent minéralisé par l'acide marin se coupe presque aussi facilement que la cire : dans cet état il est très-fusible; une partie se volatilise à un certain degré de feu, ainsi que l'argent corné fait artificiellement, et l'autre partie qui ne s'est point volatilisée se revivifie très-promptement.

Le soufre dissout l'argent par la fusion, et le réduit en une masse de couleur grise; et cette masse ressemble beaucoup à la mine d'argent vitré, qui, comme celle de l'argent corné, est moins dure que ce métal, et peut se couper au couteau. L'or ne subit aucun de ces changemens : on ne doit donc pas être étonné qu'on le trouve si rarement sous une forme minéralisée, et qu'au contraire dans toutes les mines de seconde formation, où les eaux et les sels de la terre ont exercé leur action, l'argent se présente dans différens états de minéralisation et sous des formes plus ou moins altérées; il doit même être souvent mêlé de plusieurs matières étrangères métalliques ou terreuses, tandis que dans son état primordial il n'est allié qu'avec l'or, ou mêlé de cuivre et de plomb. Ces trois métaux sont ceux avec lesquels l'argent paroît avoir le plus d'affinité; ce sont du moins ceux avec lesquels il se trouve plus souvent uni dans son état de minerai. Il est bien plus rare de trouver l'argent uni avec le mercure, quoiqu'il ait aussi avec ce fluide métallique une affinité très-marquée.

« rouge plus ou moins vif, tantôt transparente comme un rubis, tantôt opaque et « plus ou moins obscure : elle est cristallisée de plusieurs manières; la plus ordi- « naire est en prismes hexaèdres, terminés par des pyramides obtuses. (*Lettres de M. Demeste*, tome II, page 437.)

J'observerai que c'est à cette mine qu'il faut rapporter la seconde variété que M. Demeste a rapportée à la mine d'argent vitreux, puisqu'il dit lui-même que ce n'est qu'une modification de la mine d'argent rouge, et que cette mine vitreuse contient encore un peu d'arsenic; qu'elle s'égrène sous le couteau, loin de s'y couper. Voyez *idem*, page 436.

Suivant M. Geller, qui a fait un grand travail sur l'alliage des métaux et des demi-métaux, celui de l'or avec l'argent n'augmente que très-peu en pesanteur spécifique : il n'y a donc que peu ou point de pénétration entre ces deux métaux fondus ensemble : mais dans l'alliage de l'argent avec le cuivre, qu'on peut faire de même en toute proportion, le composé de ces deux métaux devient spécifiquement plus pesant, tandis que l'alliage du cuivre avec l'or l'est sensiblement moins. Ainsi, dans l'alliage de l'argent et du cuivre, le volume diminue et la masse se resserre, au lieu que le volume augmente par l'extension de la masse dans celui de l'or et du cuivre. Au reste, le mélange du cuivre rend également l'argent et l'or plus sonores et plus durs, sans diminuer de beaucoup leur ductilité ; on prétend même qu'il peut la leur conserver, lorsqu'on ne le mêle qu'en petite quantité, et qu'il défend ces métaux contre les vapeurs du charbon, qui, selon nos chimistes, en attaquent et diminuent la qualité ductile : cependant, comme nous l'avons déjà remarqué à l'article de l'or, on ne s'aperçoit guère de cette diminution de ductilité causée par la vapeur du charbon ; car il est d'usage, dans les monnoies, lorsque les creusets de fer, qui contiennent jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent, sont presque pleins de la matière en fusion, il est, dis-je, d'usage d'enlever les couvercles de ces creusets pour achever de les remplir de charbon, et d'entretenir la chaleur par de nouveau charbon dont le métal est toujours recouvert, sans que l'on remarque aucune diminution de ductilité dans les lames qui résultent de cette fonte.

L'argent allié avec le plomb ainsi qu'avec l'étain, devient spécifiquement plus pesant ; mais l'étain enlève à l'argent comme à l'or sa ductilité : le plomb entraîne l'argent dans la fusion, et le sépare du cuivre ; il a donc plus d'affinité avec l'argent qu'avec le cuivre. M. Geller, et la plupart des chimistes, après lui, ont dit que le fer s'allioit aussi très-bien à l'argent. Ce fait m'ayant paru douteux, j'ai prié M. de Morveau de le vérifier : il s'est assuré, par l'expérience, qu'il ne se fait aucune union intime, aucun alliage entre le fer et l'argent ; et j'ai vu moi-même, en voulant faire de l'acier damassé, que ces deux métaux ne peuvent contracter aucune union.

On sait que tous les métaux imparfaits peuvent se calciner et se convertir en une sorte de chaux, en les tenant long-temps en fusion, et les agitant de manière que toutes leurs parties fondues se présentent successivement à l'air ; on sait de plus que tous augmentent de volume et de poids en prenant cet état de chaux. Nous

avons dit et répété[1] que cette augmentation de quantité provenoit uniquement des particules d'air fixées par le feu, et réunies à la substance du métal qu'elles ne font que masquer, puisqu'on peut toujours lui rendre son premier état en présentant à cet air fixé quelques matières inflammables avec lesquelles il ait plus d'affinité qu'avec le métal : dans la combustion, cette matière inflammable dégage l'air fixé, l'enlève, et laisse par conséquent le métal sous sa première forme. Tous les métaux imparfaits et les demi-métaux peuvent ainsi se convertir en chaux : mais l'or et l'argent se sont toujours refusés à cette espèce de conversion, parce que apparemment ils ont moins d'affinité que les autres avec l'air, et que, malgré la fusion qui tient leurs parties divisées, ces mêmes parties ont néanmoins entre elles encore trop d'adhérence pour que l'air puisse les séparer et s'y incorporer; et cette résistance de l'or et de l'argent à toute action de l'air donne le moyen de purifier ces deux métaux par la seule force du feu; car il ne faut, pour les dépouiller de toute autre matière, qu'en agiter la fonte, afin de présenter à sa surface toutes les parties des autres matières qui y sont contenues, et qui bientôt, par leur calcination ou leur combustion, laisseront l'or ou l'argent seuls en fusion et sous leur forme métallique. Cette manière de purifier l'or et l'argent étoit anciennement en usage : mais on a trouvé une façon plus expéditive en employant le plomb, qui, dans la fonte de ces métaux, détruit, ou plutôt sépare et réduit en scories toutes les autres matières métalliques[2] dont ils peuvent être mêlés; et le plomb lui-même se scorifiant avec les autres métaux dont il s'est saisi, il les sépare de l'or et de l'argent, les entraîne, ou plutôt les emporte et s'élève avec eux à la surface de la fonte, où ils se calcinent et se scorifient tous ensemble par le contact de l'air, à mesure qu'on remue la matière en fusion, et qu'on en découvre successivement la surface qui ne se scorifieroit ni ne se calcineroit, si elle n'étoit incessamment exposée à l'action de l'air libre : il faut donc enlever ou faire écouler ces scories à mesure qu'elles se forment; ce qui se fait aisément, parce qu'elles surnagent et surmontent toujours l'or et l'argent en fusion. Cependant on a encore trouvé une manière plus facile de se débarrasser de ces scories, en se servant de vaisseaux plats et évasés qu'on appelle *coupelles*, et qui,

[1] Voyez le Discours qui sert d'introduction à l'histoire des minéraux.

[2] Il n'y a que le fer qui, comme nous l'avons dit à l'article de l'or, ne se sépare pas en entier par le moyen du plomb; il faut, suivant M. Pœrner, y ajouter du bismuth pour achever de scorifier le fer.

étant faits d'une matière sèche, poreuse et résistante au feu, absorbe dans ses pores les scories, tant du plomb que des autres minéraux métalliques, à mesure qu'elles se forment; en sorte que les coupelles ne retiennent et ne conservent dans leur capacité extérieure que le métal d'or ou d'argent, qui, par la forte attraction de leurs parties constituantes, se forme et se présente toujours en une masse globuleuse appelée *bouton de fin*. Il faut une plus forte chaleur pour tenir ce métal fin en fusion que lorsqu'il étoit encore mêlé de plomb; car le bouton de fin se consolide presque subitement au moment que l'or et l'argent qu'il contient, sont entièrement purifiés : on le voit donc tout à coup briller de l'éclat métallique; et ce coup de lumière s'appelle *coruscation* dans l'art de l'affineur, dont nous abrégeons ici les procédés, comme ne tenant pas directement à notre objet.

On a regardé comme argent natif tout celui qu'on trouve dans le sein de la terre sous sa forme de métal; mais dans ce sens il faut en distinguer de deux sortes, comme nous l'avons fait pour l'or : la première sorte d'argent natif est celle qui provient de la fusion par le feu primitif, et qui se trouve quelquefois en grands morceaux, mais bien plus souvent en filets ou en petites masses feuilletées et ramifiées dans le quarz et autres matières vitreuses; la seconde sorte d'argent natif est en grains, en paillettes ou en poudre, c'est-à-dire, en débris qui proviennent de ces mines primordiales, et qui ont été détachés par les agens extérieurs, et entraînés au loin par le mouvement des eaux. Ce sont ces mêmes débris rassemblés qui, dans certains lieux, ont formé des mines secondaires d'argent, où souvent il a changé de forme en se minéralisant.

L'argent de première formation est ordinairement incrusté dans le quarz; souvent il est accompagné d'autres métaux et de matières étrangères en quantité si considérable, que les premières fontes, même avec le secours du plomb, ne suffisent pas pour le purifier.

Après les mines d'argent natif, les plus riches sont celles d'argent corné et d'argent vitré : ces mines sont brunes, noirâtres ou grises; elles sont flexibles, et même celle d'argent corné est extensible sous le marteau, à peu près comme le plomb : les mines d'argent rouge, au contraire, ne sont pas extensibles, mais cassantes; ces dernières mines sont, comme les premières, fort riches en métal.

Nous allons suivre le même ordre que dans l'article de l'or, pour l'indication des lieux où se trouvent les principales mines d'où l'on tire l'argent. En France, on connoissoit assez anciennement

celles des montagnes des Vosges, ouvertes dès le dixième siècle, et d'autres dans plusieurs provinces, comme en Languedoc, en Gévaudan et en Rouergue, dans le Maine et dans l'Angoumois; et nouvellement on en a trouvé en Dauphiné qui ont présenté d'abord d'assez grandes richesses; M. de Gensanne en a reconnu quelques autres dans le Languedoc : mais le produit de la plupart de ces mines ne paieroit pas la dépense de leur travail; et dans un pays comme la France, où l'on peut employer les hommes à des travaux vraiment utiles, on feroit un bien réel en défendant ceux de la fouille des mines d'or et d'argent, qui ne peuvent produire qu'une richesse fictive et toujours décroissante.

En Espagne, la mine de *Guadalcanal* dans la *Sierra Morena*, ou montagne noire, est l'une des plus fameuses; elle a été travaillée dès le temps des Romains, ensuite abandonnée, puis reprise et abandonnée de nouveau, et enfin encore attaquée dans ces derniers temps. On assure qu'autrefois elle a fourni de très-grandes richesses, et qu'elle n'est pas à beaucoup près épuisée : cependant les dernières tentatives n'ont point eu de succès, et peut-être sera-t-on forcé de renoncer aux espérances que donnoit son ancienne et grande célébrité. « Les sommets des montagnes au-« tour de Guadalcanal, dit M. Bowles, sont tous arrondis, et par-« tout à peu près de la même hauteur; les pierres en sont fort « dures et ressemblent au grès de Turquie (*cos turcica*)...... Il « y a deux filons du levant au couchant, qui se rendent à la « grande veine dont la direction est du nord au sud; on peut la « suivre de l'œil dans un espace de plus de deux cents pas à la « superficie. A une lieue et demie au couchant de Guadalcanal, « il y a une autre mine dans un roc elevé : la veine est renver-« sée, c'est-à-dire qu'elle est plus riche à la superficie qu'au fond; « elle peut avoir seize pieds d'épaisseur, et elle est, comme les « précédentes, composée de quarz et de spath. A deux lieues au « levant de la même ville, il y a une autre mine dont la veine « est élevée de deux pieds hors de terre, et qui n'a que deux pieds « d'épaisseur. Au reste, ces mines, qui se présentent avec de si « belles apparences, sont ordinairement trompeuses : elles donnent « d'abord de l'argent; mais en descendant plus bas, on ne trouve « plus que du plomb. » Ce naturaliste parle aussi d'une mine d'argent sans plomb, située au midi et à quelques lieues de distance de *Zalamea*. Il y a une mine d'argent dans la montagne qui est au nord de *Lograso*, et plusieurs autres dans les Pyrénées, qui ont été travaillées par les anciens, et qui maintenant

sont abandonnées [1]. Il y en a aussi dans les Alpes et en plusieurs endroits de la Suisse. MM. Scheuchzer, Cappeler et Guettard, en ont fait mention; et ce sont sans doute ces hautes montagnes des Pyrénées et des Alpes qui renferment les mines primordiales d'or et d'argent, dont on trouve les débris en paillettes dans les eaux qui en découlent. Toutes les mines de seconde formation sont dans les lieux inférieurs au pied de ces montagnes, et dans les collines formées originairement par le mouvement et le dépôt des eaux du vieil Océan.

Les mines d'argent qui nous sont les mieux connues en Europe, sont celles de l'Allemagne; il y en a plusieurs que l'on exploite depuis très-long-temps, et l'on en découvre assez fréquemment de nouvelles. M. de Justi, savant minéralogiste, dit en avoir trouvé six en 1751, dont deux sont fort riches, et sont situées sur les frontières de la Stirie. Selon lui, ces mines sont mêlées de substances calcaires en grande quantité, et cependant il assure qu'elles ne perdent rien de leur poids lorsqu'elles sont grillées par le feu, et qu'il ne s'en élève pas la moindre fumée ou vapeur pendant la calcination. Ces assertions sont difficiles à concilier; car il est certain que toute substance calcaire perd beaucoup de son poids lorsqu'elle est calcinée, et que par conséquent cette mine d'Annaberg, dont parle M. de Justi, doit perdre en poids à proportion de ce qu'elle contient de substance calcaire. Ce savant minéralogiste assure qu'il existe un très-grand nombre de mines d'argent minéralisé par l'alcali : mais cette opinion doit être interprétée; car l'alcali seul ne pourroit opérer cet effet, tandis que le foie de soufre, c'est-à-dire, les principes du soufre réunis à l'alcali, peuvent le produire; et comme M. de Justi ne parle pas du foie de soufre, mais de l'alcali simple, ses expériences ne me paroissent pas concluantes; car l'alcali minéral seul n'a aucune action sur l'argent en masse; et nous pouvons très-bien entendre la forma-

[1] L'avarice a été souvent trompée par le succès des exploitations faites par les Phéniciens, les Carthaginois et les Romains. Les premiers, au rapport de Diodore de Sicile, trouvèrent tant d'or et d'argent dans les Pyrénées, qu'ils en mirent aux ancres de leurs vaisseaux; on tiroit en trois jours un talent euboïque en argent, ce qui montoit à huit cents ducats. Enflammés par ce récit, des particuliers ont tenté des recherches dans la partie septentrionale des Pyrénées; ils semblent avoir ignoré que le côté méridional a toujours été regardé comme le plus riche en métaux. Tite-Live parle de l'or et de l'argent que les mines de *Huesca* fournissoient aux Romains. Les monts qui s'allongent vers le nord jusqu'à Pampelune sont fameux, suivant Alphonse Barba, par la quantité d'argent qu'on en a tirée; ils s'étendent aussi vers l'Ebre, dont la richesse est vantée par Aristote et par Claudien.

tion de la mine blanche de Schemnitz par l'intermède du foie de soufre. La Nature ne paroît donc pas avoir fait cette opération de la manière dont le prétend M. de Justi ; car quoiqu'il n'ait point reconnu de soufre dans cette mine, le foie de soufre, qui est, pour ainsi dire, répandu partout, doit y exister, comme il existe non-seulement dans les matières terreuses, mais dans les substances calcaires, et autres matières qui accompagnent les mines de seconde formation.

En Bohème, les principales mines d'argent sont celles de Saint-Joachim ; les filons en sont assez minces, et la matière en est très-dure, mais elle est abondante en métal : les mines de Kuttenberg sont mêlées d'argent et de cuivre; elles ne sont pas si riches que celles de Saint-Joachim. On peut voir dans les ouvrages des minéralogistes allemands la description des mines de plusieurs autres provinces, et notamment de celles de Transilvanie, de la Hesse et de Hongrie. Celles de Schemnitz contiennent depuis deux jusqu'à cinq gros d'argent, et depuis cinq jusqu'à sept *deniers* d'or par marc, non compris une once et un gros de cuivre qu'on peut en tirer aussi.

Mais il n'y a peut-être pas une mine en Europe où l'on ait fait d'aussi grands travaux que dans celle de Salberg en Suède, si la description qu'en donne Regnard n'est point exagérée : il la décrit comme une ville souterraine, dans laquelle il y a des maisons, des écuries et de vastes emplacemens.

« En Pologne, dit M. Guettard, les forêts de Leibitz sont « riches en veines de métaux, indiquées par les travaux qu'on y a « faits anciennement. Il y a au pied de ces montagnes une mine « d'argent découverte du temps de Charles XII. »

Le Danemarck, la Norwége, et presque toutes les contrées du Nord, ont aussi des mines d'argent, dont quelques-unes sont fort riches; et nous avons au Cabinet de sa majesté de très-beaux morceaux de mine d'argent, que le roi de Danemarck actuellement régnant a eu la bonté de nous envoyer. Il s'en trouve aussi aux îles de Féroé et en Islande.

Dans les parties septentrionales de l'Asie, les mines d'argent ne sont peut-être pas plus rares ni moins riches que dans celles du nord de l'Europe. On a nouvellement publié à Pétersbourg un tableau des mines de Sibérie, par lequel il paroît qu'en cinquante-huit années on a tiré d'une seule mine d'argent douze cent seize mille livres de ce métal, qui tenoit environ une quatre-vingtième partie d'or. Il y a aussi une autre mine dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1748, et qui, depuis cette époque jusqu'en 1771,

a donné quatre cent mille livres d'argent, dont on a tiré douze mille sept cents livres d'or. MM. Gmelin et Muller font mention, dans leurs voyages, des mines d'argent qu'ils ont vues à Argunsk, à quelque distance de la rivière Argum. Ils disent qu'elles sont dans une terre molle, et à une petite profondeur; que la plupart se trouvent situées dans des plaines environnées de montagnes, et qu'on rencontre ordinairement au-dessus du minerai d'argent une espèce de chaux de plomb, composée de plus de plomb que d'argent.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent à la Chine, surtout dans les provinces de Junnan et de Sechuen : on en trouve de même à la Cochinchine, et celles du Japon paroissent être les plus abondantes de toutes. On connoît aussi quelques mines d'argent dans l'intérieur du continent de l'Asie. Chardin dit qu'il n'y a pas beaucoup de vraies mines d'argent en Perse, mais beaucoup de mines de plomb qui contiennent de l'argent : il ajoute que celle de Renan, à quatre lieues d'Ispahan, et celles de Kirman et de Mazanderan, n'ont été négligées qu'à cause de la disette du bois, qui, dans toute la Perse, rend trop dispendieux le travail des mines.

Nous ne connoissons guère les mines d'argent de l'Afrique : les voyageurs, qui se sont fort étendus sur les mines d'or de cette partie du monde, paroissent avoir négligé de faire mention de celles d'argent; ils nous disent seulement qu'on en trouve au cap Vert, au Congo, au Bambuk, et jusque dans le pays des Hottentots.

Mais c'est en Amérique où nous trouverons un très-grand nombre de mines d'argent, plus étendues, plus abondantes, et travaillées plus en grand qu'en aucune autre partie du monde. La plus fameuse de toutes est celle de Potosi au Pérou. « Le minerai, dit M. Bowles, en est noir, et formé dans la même sorte de « pierre que celle de Freyberg en Saxe. » Ce naturaliste ajoute « que la mine appelée *Rosicle*, dans le Pérou, est de la même « nature que celles de Rothgulden-erz et d'Andreasberg dans le « Hartz, et de Sainte-Marie-aux-mines dans les Vosges. »

Les mines de Potosi furent découvertes en 1545, et l'on n'a pas cessé d'y travailler depuis ce temps, quoiqu'il y ait quantité d'autres mines dans cette même contrée du Pérou. Frézier assure que de son temps les mines d'argent les plus riches étoient celles d'Oriero, à quatre-vingts lieues d'Arica; et il dit qu'en 1712 on en découvrit une auprès de Cusco, qui d'abord a donné près de vingt pour cent de métal, mais qui a depuis beaucoup diminué, ainsi que celle de Potosi. Du temps d'Acosta, c'est-à-dire, au commencement de l'autre siècle, cette mine de Potosi étoit, sans comparai-

son, la plus riche de toutes celles du Pérou : elle est située presque au sommet des montagnes dans la province de Charcas, et il y fait très-froid en toute saison. Le sol de la montagne est sec et stérile ; elle est en forme de cône, et surpasse en hauteur toutes les montagnes voisines ; elle peut avoir une lieue de circonférence à la base, et son sommet est arrondi et convexe. Sa hauteur au-dessus des autres montagnes qui lui servent de base, est d'environ un quart de lieue. Au-dessous de cette plus haute montagne il y en a une plus petite, où l'on trouvoit de l'argent en morceaux épars ; mais, dans la première, la mine est dans une pierre extrêmement dure : on a creusé de deux cents *stades*, ou hauteur d'homme, dans cette montagne, sans qu'on ait été incommodé des eaux ; mais ces mines étoient bien plus riches dans les parties supérieures, et elles se sont appauvries, au lieu de s'anoblir, en descendant. Parmi les autres mines d'argent du Pérou, celle de Turco, dans le corrégiment de Cavanga, est très-remarquable, parce que le métal forme un tissu avec la pierre très-apparent à l'oeil. D'autres mines d'argent dans cette même contrée ne sont ni dans la pierre ni dans les montagnes, mais dans le sable, où il suffit de faire une fouille pour trouver des morceaux de ce métal, sans autre mélange qu'un peu de sable qui s'y est attaché.

Frézier, voyageur très-intelligent, a donné une assez bonne description de la manière dont on procède au Pérou pour exploiter ces mines et en extraire le métal. On commence par concasser le minerai, c'est-à-dire, les pierres qui contiennent le métal ; on les broie ensuite dans un moulin fait exprès ; on crible cette poudre, et l'on remet sous la meule les gros grains de minerai qui restent sur le crible ; et lorsque le minerai se trouve mêlé de certains minéraux trop durs qui l'empêchent de se pulvériser, on le fait calciner pour le piler de nouveau ; on le moud avec de l'eau, et on recueille dans un réservoir cette boue liquide, qu'on laisse sécher ; et pendant qu'elle est encore molle, on en fait des *caxons*, c'est-à-dire, de grandes tables d'un pied d'épaisseur et de vingt-cinq quintaux de pesanteur ; on jette sur chacune deux cents livres de sel marin, qu'on laisse s'incorporer pendant deux ou trois jours avec la terre ; ensuite on l'arrose de mercure, qu'on fait tomber par petites gouttes ; il en faut une quantité d'autant plus grande que le minerai est plus riche, dix, quinze et quelquefois vingt livres pour chaque table. Ce mercure ramasse toutes les particules de l'argent. On pétrit chaque table huit fois par jour, pour que le mercure les pénètre en entier, et afin d'échauffer le mélange ; car un peu de chaleur est nécessaire pour que le mercure se sai-

sisse de l'argent, et c'est ce qui fait qu'on est quelquefois obligé d'ajouter de la chaux pour augmenter la chaleur de cette mixtion : mais il ne faut user de ce secours qu'avec grande précaution; car si la chaux produit trop de chaleur, le mercure se volatilise, et emporte avec lui une partie de l'argent. Dans les montagnes froides, comme à Lipès et à Potosi, on est quelquefois obligé de pétrir le minerai pendant deux mois de suite, au lieu qu'il ne faut que huit ou dix jours dans les contrées plus tempérées : on est même forcé de se servir de fourneaux pour échaufler le mélange et presser l'amalgame du mercure, dans ces contrées où le froid est trop grand ou trop constant.

Pour reconnoître si le mercure a fait tout son effet, on prend une petite portion de la grande table ou caxon, on la délaye et lave dans un bassin de bois; la couleur du mercure qui reste au fond indique son effet : s'il est noirâtre, on juge que le mélange est trop chaud, et on ajoute du sel au caxon pour le refroidir; mais si le mercure est blanchâtre ou blanc, on peut présumer que l'amalgame est fait en entier : alors on transporte la matière du caxon dans des lavoirs où tombe une eau courante; on la lave jusqu'à ce qu'il ne reste que le métal sur le fond des lavoirs, qui sont garnis de cuir. Cet amalgame d'argent et de mercure, que l'on nomme *pella*, doit être mis dans des chausses de laine pour laisser égoutter le mercure; on serre ces chausses, et on les presse même avec des pièces de bois pour l'en faire sortir autant qu'il est possible; après quoi, comme il reste encore beaucoup de mercure mêlé à l'argent, on verse cet amalgame dans un moule de bois en forme de pyramide tronquée à huit pans, et dont le fond est une plaque de cuivre percée de plusieurs petits trous. On foule et presse cette matière *pella* dans ces moules pour en faire des masses qu'on appelle *pignes*. On lève ensuite le moule, et l'on met la pigne avec sa base de cuivre sur un grand vase de terre rempli d'eau, et sous un chapiteau de même terre, sur lequel on fait un feu de charbon, qui fait sortir en vapeur le mercure contenu dans la pigne; cette vapeur tombe dans l'eau, et y reprend la forme de mercure coulant : après cela, la pigne n'est plus qu'une masse poreuse, friable, et composée de grains d'argent contigus, qu'on porte à la monnoie pour la fondre.

Frézier ajoute à cette description dont je viens de donner l'extrait, quelques autres faits intéressans sur la différence des mines ou minerais d'argent : celui qui est blanc et gris, mêlé de taches rousses ou bleuâtres, est le plus commun dans les minières de Lipès; on y distingue à l'œil simple des grains d'argent, quelque-

fois disposés dans la pierre en forme de petites palmes. Mais il y a d'autres minerais où l'argent ne paroît point, entre autres un minerai noir, dans lequel on n'aperçoit l'argent qu'en raclant ou entamant sa surface : ce minerai, qui a si peu d'apparence, et qui souvent est mêlé de plomb, ne laisse pas d'être souvent plus riche et coûte moins à travailler que le minerai blanc; car, comme il contient du plomb qui enlève à la fonte toutes les impuretés, l'on n'est pas obligé d'en faire l'amalgame avec le mercure. C'étoit de ces minières d'argent noir que les anciens Péruviens tiroient leur argent. Il y a d'autres minerais d'argent de couleurs différentes : un qui est noir, mais devient rouge en le mouillant ou le grattant avec du fer; il est riche, et l'argent qu'on en tire est d'un haut aloi : un autre brille comme du talc, mais il donne peu de métal: un autre qui n'en contient guère plus, est d'un rouge jaunâtre; on le tire aisément de sa mine en petits morceaux friables et mous: il y a aussi du minerai vert qui n'est guère plus dur, et qui paroît être mêlé de cuivre. Enfin on trouve de l'argent pur en plusieurs endroits; mais ce n'est que dans la seule mine de Cotamito, assez voisine de celle de Potosi, où l'on voit des fils d'argent pur, entortillés comme ceux du galon brûlé.

Il en est donc de l'argent comme de l'or et du fer : leurs mines primordiales sont toutes dans le roc vitreux, et ces métaux y sont incorporés en plus ou moins grande quantité, dès le temps de leur première fusion ou sublimation par le feu primitif; et les mines secondaires, qui se trouvent dans les matières calcaires ou schisteuses, tirent évidemment leur origine des premières. Ces mines de seconde et de troisième formation, qu'on a quelquefois vues s'augmenter sensiblement par l'addition du minerai charrié par les eaux, ont fait croire que les métaux se produisoient de nouveau dans le sein de la terre, tandis que ce n'est au contraire que de leur décomposition et de la réunion de leurs détrimens que toutes ces mines nouvelles ont pu et peuvent encore être formées; et sans nous éloigner de nos mines d'argent du Pérou, il s'en trouve de cette espèce au pied des montagnes et dans les excavations des mines même abandonnées depuis long-temps.

Les mines d'argent du Mexique ne sont guère moins fameuses que celles du Pérou. M. Bowles dit que dans celle appelée *Valladora*, le minerai le plus riche donnoit cinquante livres d'argent par quintal, le moyen vingt-cinq livres, et le plus pauvre huit livres, et que souvent on trouvoit dans cette mine des morceaux d'argent vierge. On estime même que tout l'argent qui se tire du canton de Sainte-Pécaque est plus fin que celui du Pérou. Sui-

vant Gemelli Carreri, la mine de Santa-Cruz avoit, en 1697, plus de sept cents pieds de profondeur, celle de Navaro plus de six cents; et l'on peut compter, dit-il, plus de mille ouvertures de mines dans un espace de six lieues autour de Santa-Cruz. Celles de la Trinité ont été fouillées jusqu'à huit cents pieds de profondeur : les gens du pays assurèrent à ce voyageur qu'en dix ou onze années, depuis 1687 jusqu'en 1697, on en avoit tiré quarante millions de marcs d'argent. Il cite aussi la mine de Saint-Matthieu, qui n'est qu'à peu de distance de la Trinité, et qui, n'ayant été ouverte qu'en 1689, étoit fouillée à quatre cents pieds en 1697 : il dit que les pierres métalliques en sont de la plus grande dureté, qu'il faut d'abord les *pétarder* et les briser à coups de marteau; que l'on distingue et sépare les morceaux qu'on peut faire fondre tout de suite, de ceux qu'on doit auparavant amalgamer avec le mercure. On broie ces pierres métalliques, propres à la fonte, dans un mortier de fer; et après avoir séparé par des lavages la poudre de pierre autant qu'il est possible, on mêle le minerai avec une certaine quantité de plomb, et on les fait fondre ensemble; on enlève les scories avec un croc de fer, tandis que par le bas on laisse couler l'argent en lingots, que l'on porte dans un autre fourneau pour les refondre et achever d'en séparer le plomb. Chaque lingot d'argent est d'environ quatre-vingts ou cent marcs; et s'ils ne se trouvent pas au titre prescrit, on les fait refondre une seconde fois avec le plomb pour les affiner. On fait aussi l'essai de la quantité d'or que chaque lingot d'argent peut contenir, et on l'indique par une marque particulière; s'il s'y trouve plus de quarante grains d'or par marc d'argent, on en fait le départ; et pour les autres parties du minerai que l'on veut traiter par l'amalgame, après les avoir réduites en poudre très-fine, on y mêle le mercure, et l'on procède comme nous l'avons dit en parlant du traitement des mines de Potosi. Le mercure qu'on y emploie vient d'Espagne ou du Pérou : il en faut un quintal pour séparer mille marcs d'argent. Tout le produit des mines du Mexique et de la Nouvelle-Espagne doit être porté à Mexico; et l'on assure qu'à la fin du dernier siècle ce produit étoit de deux millions de marcs par an, sans compter ce qui passoit par des voies indirectes.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent au Chili, surtout dans le voisinage de Coquimbo, et au Brésil, à quelque distance dans les terres voisines de la baie de Tous-les-Saints; l'on en trouve encore dans plusieurs autres endroits du continent de l'Amérique, et même dans les îles. Les anciens voyageurs citent en particulier

celle de Saint-Domingue; mais la culture et le produit du sucre et des autres denrées de consommation que l'on tire de cette île, sont des trésors bien plus réels que ceux de ses mines.

Après avoir ci-devant exposé les principales propriétés de l'argent, et avoir ensuite parcouru les différentes contrées où ce métal se trouve en plus grande quantité, il ne nous reste plus qu'à faire mention des principaux faits et des observations particulières que les physiciens et les chimistes ont recueillis en travaillant l'argent et en le soumettant à un nombre infini d'épreuves. Je commencerai par un fait que j'ai reconnu le premier. On étoit dans l'opinion que ni l'or ni l'argent mis au feu, et même tenus en fusion, ne perdoient rien de leur substance; cependant il est certain que tous deux se réduisent en vapeurs et se subliment au feu du soleil à un degré de chaleur même assez foible. Je l'ai observé lorsqu'en 1747 j'ai fait usage du miroir que j'avois inventé pour brûler à de grandes distances; j'exposai à quarante, cinquante et jusqu'à soixante pieds de distance, des plaques et des assiettes d'argent : je les ai vues fumer long-temps avant de se fondre et cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très-sensible qui se marquoit sur le terrain. On s'est depuis pleinement convaincu que cette fumée étoit vraiment une vapeur métallique ; elle s'attachoit aux corps qu'on lui présentoit, et en argentoit la surface; et puisque cette sublimation se fait à une chaleur médiocre par le feu du soleil, il y a toute raison de croire qu'elle se fait aussi et en bien plus grande quantité par la forte chaleur du feu de nos fourneaux, lorsque non-seulement on y fond ce métal, mais qu'on le tient en fusion pendant un mois, comme l'a fait Kunckel. J'ai déjà dit que je doutois beaucoup de l'exactitude de son expérience, et je suis persuadé que l'argent perd par le feu une quantité sensible de sa substance, et qu'il en perd d'autant plus que le feu est plus violent et appliqué plus long-temps.

L'argent offre dans ses dissolutions différens phénomènes dont il est bon de faire ici mention. Lorsqu'il est dissous par l'acide nitreux, on observe que si l'argent est à peu près pur, la couleur de cette dissolution, qui d'abord est un peu verdâtre, devient ensuite très-blanche, et que quand il est mêlé d'une petite quantité de cuivre, elle est constamment verte.

Les dissolutions des métaux sont en général plus corrosives que l'acide même dans lequel ils ont été dissous : mais celle de l'argent par l'acide nitreux l'est au plus haut degré; car elle produit des cristaux si caustiques, qu'on a donné à leur masse réunie par la fusion le nom de *pierre infernale*. Pour obtenir ces cristaux, il faut

que l'argent et l'acide nitreux aient été employés purs. Ces cristaux se forment dans la dissolution par le seul refroidissement; ils n'ont que peu de consistance, et sont blancs et aplatis en forme de paillettes : ils se fondent très-aisément au feu, et long-temps avant d'y rougir; et c'est cette masse fondue et de couleur noirâtre qui est la pierre infernale.

Il y a plusieurs moyens de retirer l'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux; la seule action du feu, long-temps continuée, suffit pour enlever cet acide : on peut aussi précipiter le métal par les autres acides, vitriolique ou marin, par les alcalis et par les métaux qui, comme le cuivre, ont plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux.

L'argent, tant qu'il est dans l'état de métal, n'a point d'affinité avec l'acide marin : mais, dès qu'il est dissous, il se combine aisément et même fortement avec cet acide; car la mine d'argent corné paroît être formée par l'action de l'acide marin. Cette mine se fond très-aisément, et même se volatilise à un feu violent.

L'acide vitriolique attaque l'argent en masse au moyen de la chaleur; il le dissout même complétement; et en faisant distiller cette dissolution, l'acide passe dans le récipient, et forme un sel qu'on peut appeler *vitriol d'argent.*

Les acides animaux et végétaux, comme l'acide des fourmis ou celui du vinaigre, n'attaquent point l'argent dans son état de métal; mais ils dissolvent très-bien ses *précipités.*

Les alcalis n'ont aucune action sur l'argent, ni même sur ses précipités; mais lorsqu'ils sont unis aux précipités du soufre, comme dans le foie de soufre, ils agissent puissamment sur la substance de ce métal, qu'ils noircissent et rendent aigre et cassant.

Le soufre, qui facilite la fusion de l'argent, doit par conséquent en altérer la substance; cependant il ne l'attaque pas comme celle du fer et du cuivre, qu'il transforme en pyrite. L'argent fondu avec le soufre peut en être séparé dans un instant par l'addition du nitre, qui, après la détonation, laisse l'argent sans perte sensible ni diminution de poids; le nitre réduit au contraire le fer et le cuivre en chaux, parce qu'il a une action directe sur ces métaux, et qu'il n'en a point sur l'argent.

La surface de l'argent ne se convertit point en rouille par l'impression des élémens humides; mais elle est sujette à se ternir, se noircir et se colorer : on peut même lui donner l'apparence et la couleur de l'or en l'exposant à certaines fumigations, dont on a eu raison de proscrire l'usage pour éviter la fraude.

On emploie utilement l'argent battu en feuilles minces pour en couvrir les autres métaux, tels que le cuivre et le fer; il suffit pour cela de bien nettoyer la surface de ces métaux et de les faire chauffer : les feuilles d'argent qu'on y applique s'y attachent et y adhèrent fortement. Mais comme les métaux ne s'unissent qu'aux métaux, et qu'ils n'adhèrent à aucune autre substance, il faut, lorsqu'on veut argenter le bois ou toute autre matière qui n'est pas métallique, se servir d'une colle faite de gomme ou d'huile, dont on enduit le bois par plusieurs couches qu'on laisse sécher avant d'appliquer la feuille d'argent sur la dernière : l'argent n'est en effet que collé sur l'enduit du bois, et ne lui est uni que par cet intermède, dont on peut toujours le séparer sans le secours de la fusion, et en faisant seulement brûler la colle à laquelle il étoit attaché.

Quoique le mercure s'attache promptement et assez fortement à la surface de l'argent, il n'en pénètre pas la masse à l'intérieur; il faut le triturer avec ce métal pour en faire l'amalgame.

Il nous reste encore à dire un mot du fameux arbre de Diane, dont les charlatans ont si fort abusé en faisant croire qu'ils avoient le secret de donner à l'or et à l'argent la faculté de croître et de végéter comme les plantes : néanmoins cet arbre métallique n'est qu'un assemblage ou accumulation des cristaux produits par le travail de l'acide nitreux sur l'amalgame du mercure et de l'argent. Ces cristaux se groupent successivement les uns sur les autres; et s'accumulant par superposition, ils représentent grossièrement la figure extérieure d'une végétation.

DU CUIVRE.

De la même manière et dans le même temps que les roches primordiales de fer se sont réduites en rouille par l'impression des élémens humides, les masses de cuivre primitif se sont décomposées en vert-de-gris, qui est la rouille de ce métal, et qui, comme celle du fer, a été transportée par les eaux et disséminée sur la terre, ou accumulée en quelques endroits, où elle a formé des mines qui se sont de même déposées par alluvion, et ont ensuite produit les minerais cuivreux de seconde et de troisième formation; mais le cuivre natif ou de première origine a été formé comme l'or et l'argent dans les fentes perpendiculaires des mon-

tagnes quarzeuses, et il se trouve, soit en morceaux de métal massif, soit en veines ou filons mélangés d'autres métaux : il a été liquéfié ou sublimé par le feu; et il ne faut pas confondre ce cuivre natif de première formation avec le cuivre en stalactites, en grappes ou filets, que nos chimistes ont également appelés *cuivres natifs*, parce qu'ils se trouvent purs dans le sein de la terre. Ces derniers cuivres sont au contraire de troisième, et peut-être de quatrième formation; la plupart proviennent d'une cémentation naturelle qui s'est faite par l'intermède du fer auquel le cuivre décomposé s'est attaché après avoir été dissous par les sels de la terre. Ce cuivre rétabli dans son état de métal par la cémentation, aussi bien que le cuivre primitif qui subsiste encore en masses métalliques, s'est offert le premier à la recherche des hommes; et comme ce métal est moins difficile à fondre que le fer, il a été employé long-temps auparavant pour fabriqner les armes et les instrumens d'agriculture. Nos premiers pères ont donc usé, consommé les premiers cuivres de l'ancienne nature : c'est, ce me semble, par cette raison que nous ne trouvons presque plus de ce cuivre primitif dans notre Europe, non plus qu'en Asie; il a été consommé par l'usage qu'en ont fait les habitans de ces deux parties du monde très-anciennement peuplées et policées, au lieu qu'en Afrique, et surtout dans le continent de l'Amérique, où les hommes sont plus nouveaux et n'ont jamais été bien civilisés, on trouve encore aujourd'hui des blocs énormes de cuivre en masse qui n'a besoin que d'une première fusion pour donner un métal pur, tandis que tout le cuivre minéralisé et qui se présente sous la forme de pyrites, demande de grands travaux, plusieurs feux de grillage, et même plusieurs fontes, avant qu'on puisse le réduire en bon métal. Cependant ce cuivre minéralisé est presque le seul que l'on trouve aujourd'hui en Europe : le cuivre primitif a été épuisé; et s'il en reste encore, ce n'est que dans l'intérieur des montagnes où nous n'avons pu fouiller, tandis qu'en Amérique il se présente à nu, non-seulement sur les montagnes, mais jusque dans les plaines et les lacs, comme on le verra dans l'énumération que nous ferons des mines de ce métal, et de leur état actuel dans les différentes parties du monde.

Le cuivre primitif étoit donc du métal presque pur, incrusté comme l'or et l'argent dans les fentes du quarz, ou mêlé comme le fer primitif dans les masses vitreuses; et ce métal a été déposé par fusion ou par sublimation dans les fentes perpendiculaires du globe, dès le temps de sa consolidation; l'action de ce premier feu en a fondu et sublimé la matière, et l'a incorporée dans les ro-

chers vitreux : tous les autres états dans lesquels se présente le cuivre, sont postérieurs à ce premier état, et les minerais mêlés de pyrites n'ont été produits, comme les pyrites elles-mêmes, que par l'intermède des élémens humides. Le cuivre primitif attaqué par l'eau, par les acides, les sels, et même par les huiles des végétaux décomposés, a changé de forme; il a été altéré, minéralisé, détérioré, et il a subi un si grand nombre de transformations, qu'à peine pourrons-nous le suivre dans toutes ses dégradations et décompositions.

La première et la plus simple de toutes les décompositions du cuivre est sa conversion en vert-de-gris ou verdet; l'humidité de l'air, ou le plus léger acide, suffisent pour produire cette rouille verte. Ainsi, dès les premiers temps après la chute des eaux, toutes les surfaces des blocs du cuivre primitif, ou des roches vitreuses dans lesquelles il étoit incorporé et fondu, auront plus ou moins subi cette altération; la rouille verte aura coulé avec les eaux, et se sera disséminée sur la terre, ou déposée dans les fentes et cavités où nous trouvons le cuivre sous cette forme de verdet. L'eau, en s'infiltrant dans les mines de cuivre, en détache des parties métalliques; elle les divise en particules si ténues, que souvent elles sont invisibles, et qu'on ne les peut reconnoître qu'au mauvais goût et aux effets encore plus mauvais de ces eaux cuivreuses, qui toutes découlent des endroits où gisent les mines de ce métal, et communément elles sont d'autant plus chargées de parties métalliques qu'elles en sont plus voisines : ce cuivre dissous par les sels de la terre et des eaux pénètre les matières qu'il rencontre; il se réunit au fer par cémentation, il se combine avec tous les sels acides et alcalins; et se mêlant aussi avec les autres substances métalliques, il se présente sous mille formes différentes, dont nous ne pourrons indiquer que les variétés les plus constantes.

Dans ses mines primordiales, le cuivre est donc sous sa forme propre de métal natif, comme l'or et l'argent vierge; néanmoins il n'est jamais aussi pur dans son état de nature qu'il le devient après avoir été raffiné par notre art. Dans cet état primitif, il contient ordinairement une petite quantité de ces deux premiers métaux; ils paroissent tous trois avoir été fondus ensemble ou sublimés presque en même temps dans les fentes de la roche du globe; mais de plus, le cuivre a été incorporé et mêlé, comme le fer primitif, avec la matière vitreuse : or l'on sait que le cuivre exige plus de feu que l'or et l'argent pour entrer en fusion, et que le fer en exige encore plus que le cuivre; ainsi ce métal tient,

entre les trois autres, le milieu dans l'ordre de la fusion primitive, puisqu'il se présente d'abord, comme l'or et l'argent, sous la forme de métal fondu, et encore, comme le fer, sous la forme d'une pierre métallique. Ces pierres cuivreuses sont communément teintes ou tachées de vert ou de bleu; la seule humidité de l'air ou de la terre donne aux particules cuivreuses cette couleur verdâtre, et la plus petite quantité d'alcali volatil la change en bleu : ainsi ces masses cuivreuses, qui sont teintes ou tachées de vert ou de bleu, ont déjà été attaquées par les élémens humides ou par les vapeurs alcalines.

Les mines de cuivre tenant argent sont bien plus communes que celles qui contiennent de l'or; et comme le cuivre est plus léger que l'argent, on a observé que dans les mines mêlées de ces deux métaux, la quantité d'argent augmente à mesure que l'on descend; en sorte que le fond du filon donne plus d'argent que de cuivre, et quelquefois même ne donne que de l'argent, tandis que, dans sa partie supérieure, il n'avoit offert que du cuivre.

En général, les mines primordiales de cuivre sont assez souvent voisines de celles d'or et d'argent, et toutes sont situées dans les montagnes vitreuses produites par le feu primitif : mais les mines cuivreuses de seconde formation, et qui proviennent du détriment des premières, gisent dans les montagnes schisteuses, formées, comme les autres montagnes à couches, par le mouvement et le dépôt des eaux. Ces mines secondaires ne sont pas aussi riches que les premières; elles sont toujours mélangées de pyrites et d'une grande quantité d'autres matières hétérogènes.

Les mines de troisième formation gisent, comme les secondes, dans les montagnes à couches, et se trouvent non-seulement dans les schistes, ardoises et argiles, mais aussi dans les matières calcaires : elles proviennent du détriment des mines de première et de seconde formation, réduites en poudre ou dissoutes et incorporées avec de nouvelles matières. Les minéralogistes leur ont donné autant de noms qu'elles leur ont présenté de différences : la *chrysocolle*, ou vert de montagne, qui n'est que du vert-de-gris très-atténué; la chrysocolle bleue, qui ne diffère de la verte que par la couleur que les alcalis volatils ont fait changer en bleu : on l'appelle aussi *azur*, lorsqu'il est bien intense, et il perd cette belle couleur quand il est exposé à l'air, et reprend peu à peu sa couleur verte, à mesure que l'alcali volatil s'en dégage; il reparoît alors, comme dans son premier état, sous la forme de chrysocolle verte, ou sous celle de malachite. Il forme aussi des cristaux verts et bleus, suivant les circonstances, et l'on prétend même qu'il en

produit quelquefois d'aussi rouges et d'aussi transparens que ceux de la mine d'argent rouge : nos chimistes récens en donnent pour exemple les cristaux rouges qu'on a trouvés dans les cavités d'un morceau de métal enfoui depuis plusieurs siècles dans le sein de la terre. Ce morceau est une partie de la jambe d'un cheval de bronze, trouvée à Lyon en 1771. Mon savant ami, M. de Morveau, m'a écrit qu'en examinant au microscope les cavités de ce morceau, il y a vu non-seulement des cristaux d'un rouge rubis, mais aussi d'autres cristaux d'un beau vert d'émeraude et transparens dont on n'a pas parlé; et il me demande qu'est-ce qui a pu produire ces cristaux. M. Demeste dit à ce sujet que l'azur et le vert du cuivre, ainsi que la malachite et les cristaux rouges qui se trouvent dans le bloc de métal anciennement enfoui, sont autant de produits des différentes modifications que le cuivre en état métallique a subies dans le sein de la terre : mais cet habile chimiste me paroît se tromper en attribuant au cuivre seul l'origine de ces *petits cristaux, qui sont,* dit-il, *très-éclatans, et d'une mine rouge de cuivre transparente, comme la plus belle mine d'argent rouge ;* car ce morceau de métal n'étoit pas de cuivre pur, mais de bronze, comme il le dit lui-même, c'est-à-dire, de cuivre mêlé d'étain; et dès-lors ces cristaux peuvent être regardés comme des cristaux produits par l'arsenic, qui reste toujours en plus ou moins grande quantité dans ce métal. Le cuivre seul n'a jamais produit que du vert, qui devient bleu quand il éprouve l'action de l'alcali volatil.

M. Demeste dit encore « que l'azur de cuivre, ou les fleurs de « cuivre bleues, ressemblent aux cristaux d'azur artificiels; que « leur passage à la couleur verte, lorsqu'elles se décomposent, est le « même, et qu'elles ne diffèrent qu'en ce que ces derniers sont « solubles dans l'eau. » Mais je dois observer que néanmoins cette différence est telle, qu'on ne peut plus admettre la même composition, et qu'il ne reste ici qu'une ressemblance de couleur. Or, le vitriol bleu présente la même analogie, et cependant on ne doit pas le confondre avec le bleu d'azur. M. Demeste ajoute, avec toute raison, « que l'alcali volatil est plus commun qu'on « ne croit à la surface et dans l'intérieur de la terre;........ qu'on « trouve ces cristaux d'azur dans les cavités des mines de cuivre « décomposées, et que quelquefois ces petits cristaux sont très- « éclatans et de l'azur le plus vif; que cet azur de cuivre prend « le nom de *bleu de montagne*, lorsqu'il est mélangé à des ma- « tières terreuses qui en affoiblissent la couleur; et qu'enfin le « bleu de montagne, comme l'azur, sont également susceptibles

« de se décomposer en passant lentement à l'état de malachite ;...
« que la malachite, le vert de cuivre ou fleurs de cuivre vertes,
« résultent souvent de l'altération spontanée de l'azur de cuivre,
« mais que ce vert est aussi produit par la décomposition du
« cuivre natif et des mines de cuivre, à la surface desquelles on
« le rencontre en malachites ou masses plus ou moins considé-
« rables et mamelonnées, et que ce sont de vraies stalactites de
« cuivre, comme l'hématite en est une de fer. » Tout ceci est très-vrai, et c'est même de cette manière que les malachites sont ordinairement produites. La simple décomposition du cuivre en rouille verte, entraînée par la filtration des eaux, forme des stalactites vertes ; et cette combinaison est bien plus simple que celle de l'altération de l'azur et de sa réduction en stalactites vertes ou malachites. Il en est de même du vert de montagne ; il est produit plus communément par la simple décomposition du cuivre en rouille verte ; et l'habile chimiste que je viens de citer, me paroît se tromper encore en prononçant exclusivement « que
« le vert de montagne est toujours un produit de la décomposi-
« tion du bleu de montagne ou de celle du vitriol de cuivre. » Il me semble au contraire que c'est le bleu de montagne qui lui-même est produit par l'altération du vert qui se change en bleu ; car la Nature a les mêmes moyens que l'art, et peut par conséquent faire, comme nous, du vert avec du bleu, et changer le bleu en vert, sans qu'il soit nécessaire de recourir au cuivre natif pour produire ces effets.

Quoique le cuivre soit de tous les métaux celui qui approche le plus de l'or et de l'argent par ses attributs généraux, il en diffère par plusieurs propriétés essentielles : sa nature n'est pas aussi parfaite ; sa substance est moins pure, sa densité et sa ductilité moins grandes ; et ce qui démontre le plus l'imperfection de son essence, c'est qu'il ne résiste pas à l'impression des élémens humides ; l'air, l'eau, les huiles et les acides l'altèrent et le convertissent en verdet. Cette espèce de rouille pénètre, comme celle du fer, dans l'intérieur du métal, et, avec le temps, en détruit la cohérence et la texture.

Le cuivre de première formation étant dans un état métallique, et ayant été sublimé ou fondu par le feu primitif, se refond aisément à nos feux : mais le cuivre minéralisé, qui est de seconde formation, demande plus de travail que tout autre minerai pour être réduit en métal ; il est donc à présumer que, comme le cuivre a été employé plus anciennement que le fer, ce n'est que de ce

premier cuivre de nature que les Egyptiens, les Grecs et les Romains ont fait usage pour leurs instrumens et leurs armes, et qu'ils n'ont pas tenté de fondre les minerais cuivreux, qui demandent encore plus d'art et de travail que les mines de fer; ils savoient donner au cuivre un grand degré de dureté, soit par la trempe, soit par le mélange de l'étain ou de quelque autre minéral, et ils rendoient leurs instrumens et leurs armes de cuivre propres à tous les usages auxquels nous employons ceux de fer. Ils allioient aussi le cuivre avec les autres métaux, et surtout avec l'or et l'argent. Le fameux airain de Corinthe, si fort estimé des Grecs, étoit un mélange de cuivre, d'argent et d'or, dont ils ne nous ont pas indiqué les proportions, mais qui faisoit un alliage plus beau que l'or par la couleur, plus sonore, plus élastique, et en même temps aussi peu susceptible de rouille et d'altération. Ce que nous appelons airain ou bronze aujourd'hui, n'est qu'un mélange de cuivre et d'étain, auxquels on joint souvent quelques parties de zinc et d'antimoine.

Si on mêle le cuivre avec le zinc, sa couleur rouge devient jaune, et l'on donne à cet alliage le nom *de cuivre jaune* ou *laiton*: il est un peu plus dense que le cuivre pur [1], mais c'est lorsque ni l'un ni l'autre n'ont été comprimés ou battus; car il devient moins dense que le cuivre rouge après la compression. Le cuivre jaune est aussi moins sujet à verdir; et, suivant les différentes doses du mélange, cet alliage est plus ou moins blanc, jaunâtre, jaune ou rouge : c'est d'après ces différentes couleurs qu'il prend les noms de *similor*, de *peinchebec*, et de *métal de prince*; mais aucun ne ressemble plus à l'or pur par le brillant et la couleur que le laiton bien poli, et fait avec la mine de zinc ou pierre calaminaire, comme nous l'indiquerons dans la suite.

Le cuivre s'unit très-bien à l'or, et cependant en diminue la densité au-delà de la proportion du mélange; ce qui prouve qu'au lieu d'une pénétration intime, il n'y a dans cet alliage qu'une extension ou augmentation de volume par une simple addition de

---

[1] Selon M. Brisson, le pied cube de cuivre rouge fondu et non forgé ne pèse que 545 livres 2 onces 4 gros 35 grains, tandis qu'un pied cube de ce même cuivre rouge, passé à la filière, pèse 621 livres 7 onces 7 gros 26 grains. Cette grande différence démontre que de tous les métaux le cuivre est celui qui se comprime le plus; et la compression par la filière est plus grande que celle de la percussion par le marteau. M. Geller dit que la densité de l'alliage, à parties égales de cuivre et de zinc, est à celle du cuivre pur comme 878 sont à 874. (*Chimie métallurgique*, tome I, page 265.) Mais M. Brisson a reconnu que le pied cube de cuivre jaune fondu et non forgé pèse 587 livres.

parties interposées, lesquelles, en écartant un peu les molécules de l'or, et se logeant dans les intervalles, augmentent la dureté et l'élasticité de ce métal, qui dans son état de pureté, a plus de mollesse que de ressort.

L'or, l'argent et le cuivre se trouvent souvent alliés par la Nature dans les mines primordiales, et ce n'est que par plusieurs opérations réitérées et dispendieuses que l'on parvient à les séparer : il faut donc, avant d'entreprendre ce travail, s'assurer que la quantité de ces deux métaux contenue dans le cuivre est assez considérable et plus qu'équivalente aux frais de leur séparation; il ne faut pas même s'en rapporter à des essais faits en petit; ils donnent toujours un produit plus fort, et se font proportionnellement à moindres frais que les travaux en grand.

On trouve rarement le cuivre allié avec l'étain dans le sein de la terre, quoique leurs mines soient souvent très-voisines, et même superposées, c'est-à-dire, l'étain au-dessus du cuivre : cependant ces deux métaux ne laissent pas d'avoir entre eux une affinité bien marquée; le petit art de l'étamage est fondé sur cette affinité. L'étain adhère fortement et sans intermède au cuivre, pourvu que la surface en soit assez nette pour être touchée dans tous les points par l'étain fondu : il ne faut, pour cela, que le petit degré de chaleur nécessaire pour dilater les pores du cuivre et fondre l'étain, qui dès-lors s'attache à la surface du cuivre, qu'on enduit de résine pour prévenir la calcination de l'étain.

Lorsqu'on fond le cuivre et qu'on y mêle de l'étain, l'alliage qui en résulte démontre encore mieux l'affinité de ces deux métaux; car il y a pénétration dans leur mélange. La densité de cet alliage, connu sous les noms d'*airain* ou de *bronze*, est plus grande que celle du cuivre et de l'étain pris ensemble, au lieu que la densité des alliages du cuivre avec l'or et l'argent est moindre; ce qui prouve une union bien plus intime entre le cuivre et l'étain qu'avec ces deux autres métaux, puisque le volume augmente dans ces derniers mélanges, tandis qu'il diminue dans le premier. Au reste, l'airain est d'autant plus dur, plus aigre et plus sonore, que la quantité d'étain est plus grande; et il ne faut qu'une partie d'étain sur trois de cuivre pour en faire disparoître la couleur, et même pour le défendre à jamais de sa rouille ou vert-de-gris, parce que l'étain est, après l'or et l'argent, le métal le moins susceptible d'altération par les élémens humides; et quand, par la succession d'un temps très-long, il se forme sur l'airain ou bronze une espèce de rouille verdâtre, c'est, à la vérité, du vert-de-gris, mais qui s'étant formé très-lentement, et se trouvant mêlé

d'une portion d'étain, produit cet enduit que l'on appelle *platine*, sur les statues et les médailles antiques.

Le cuivre et le fer ont ensemble une affinité bien marquée; et cette affinité est si grande et si générale, qu'elle se montre non-seulement dans les productions de la Nature, mais aussi par les produits de l'art. Dans le nombre infini de mines de fer qui se trouvent à la surface ou dans l'intérieur de la terre, il y en a beaucoup qui sont mêlées d'une certaine quantité de cuivre, et ce mélange a corrompu l'un et l'autre métal; car, d'une part, on ne peut tirer que de très-mauvais fer de ces mines chargées de cuivre, et d'autre part il faut que la quantité de ce métal soit grande dans ces mines de fer pour pouvoir en extraire le cuivre avec profit. Ces métaux, qui semblent être amis, voisins, et même unis dans le sein de la terre, deviennent ennemis dès qu'on les mêle ensemble par le moyen du feu : une seule once de cuivre jetée dans le foyer d'une forge suffit pour corrompre un quintal de fer.

Le cuivre que l'on tire des eaux qui en sont chargées, et qu'on connoît sous le nom de *cuivre de cémentation*, est du cuivre précipité par le fer; autant il se dissout de fer dans cette opération, autant il adhère de cuivre au fer qui n'est pas encore dissous, et cela par simple attraction de contact : c'est en plongeant des lames de fer dans les eaux chargées de parties cuivreuses, qu'on obtient ce cuivre de cémentation, et l'on recueille par ce moyen facile une grande quantité de ce métal en peu de temps. La Nature fait quelquefois une opération assez semblable : il faut pour cela que le cuivre dissous rencontre des particules ou de petites masses ferrugineuses, qui soient dans l'état métallique ou presque métallique, et qui par conséquent aient subi la violente action du feu; car cette union n'a pas lieu lorsque les mines de fer ont été produites par l'intermède de l'eau, et converties en rouille, en grains, etc. Ce n'est donc que dans de certaines circonstances qu'il se forme du cuivre par cémentation dans l'intérieur de la terre : par exemple, il s'opère quelque chose de semblable dans la production de certaines malachites, et dans quelques autres mines de seconde et de troisième formation, où le vitriol cuivreux a été précipité par le fer, qui a, plus que tout autre métal, la propriété de séparer et de précipiter le cuivre de toutes ses dissolutions.

L'affinité du cuivre avec le fer est encore démontrée par la facilité que ces deux métaux ont de se souder ensemble : il faut seulement, en les tenant au feu, les empêcher de se calciner et de brûler; ce que l'on prévient en les couvrant de borax ou de quelque autre matière fusible, qui les défende de l'action du feu animé

par l'air : car ces deux métaux souffrent toujours beaucoup de déchet et d'altération par le feu libre, lorsqu'ils ne sont pas parfaitement recouverts et défendus du contact de l'air.

Il n'y a point d'affinité apparente entre le mercure et le cuivre, puisqu'il faut réduire le cuivre en poudre et les triturer ensemble fortement et long-temps, pour que le mercure s'attache à cette poudre cuivreuse : cependant il y a moyen de les unir d'une manière plus apparente et plus intime; il faut pour cela plonger du cuivre en lames dans le mercure dissous par l'acide nitreux; ces lames de cuivre attirent le mercure dissous, et deviennent aussi blanches à leur surface que les autres métaux amalgamés de mercure.

Quoique le cuivre puisse s'allier avec toutes les matières métalliques, et quoiqu'on le mêle en petite quantité dans les monnoies d'or et d'argent pour leur donner de la couleur et de la dureté, on ne fait néanmoins des ouvrages en grand volume qu'avec deux de ces alliages : le premier avec l'étain pour les statues, les cloches, les canons; le second avec la calamine ou mine de zinc pour les chaudières et autres ustensiles de ménage : ces deux alliages, l'airain et le laiton, sont même devenus aussi communs et peut-être plus nécessaires que le cuivre pur, puisque dans tous deux la quantité nuisible de ce métal, dont l'usage est très-dangereux, se trouve corrigée; car de tous les métaux que l'homme peut employer pour son service, le cuivre est celui qui produit les plus funestes effets.

L'alliage du cuivre et du zinc n'est pas aigre et cassant comme celui du cuivre et de l'étain : le laiton conserve de la ductilité; il résiste plus long-temps que le cuivre pur à l'action de l'air humide et des acides qui produisent le vert-de-gris, et il prend l'étamage aussi facilement. Pour faire du beau et bon laiton, il faut trois quarts de cuivre et un quart de zinc; mais tous deux doivent être de la plus grande pureté. L'alliage à cette dose est d'un jaune brillant; et quoiqu'en général tous les alliages soient plus ou moins aigres, et qu'en particulier le zinc n'ait aucune ductilité, le laiton néanmoins, s'il est fait dans cette proportion, est aussi ductile que le cuivre même : mais comme le zinc tiré de sa mine par la fusion n'est presque jamais pur, et que pour peu qu'il soit mêlé de fer ou d'autres parties hétérogènes, il rend le laiton aigre et cassant, on se sert plus ordinairement et plus avantageusement de la calamine, qui est une des mines du zinc; on la réduit en poudre, on en fait un cément en la mêlant avec égale quantité de poudre de charbon humectée d'un peu d'eau; on recouvre de ce

cément les lames de cuivre, et l'on met le tout dans une caisse ou creuset que l'on fait rougir à un feu gradué, jusqu'à ce que les lames de cuivre soient fondues. On laisse ensuite refroidir le tout, et l'on trouve le cuivre changé en laiton et augmenté d'un quart de son poids si l'on a employé un quart de calamine sur trois quarts de cuivre, et ce laiton fait par cémentation a tout autant de ductilité à froid que le cuivre même : mais, comme le dit très-bien M. Macquer, il n'a pas la même malléabilité à chaud qu'à froid, parce que le zinc se fondant plus vite que le cuivre, l'alliage alors n'est plus qu'une espèce d'amalgame qui est trop mou pour souffrir la percussion du marteau. Au reste, il paroît par le procédé et par le produit de cette sorte de cémentation, que le zinc contenu dans la calamine est réduit en vapeurs par le feu, et qu'il est par conséquent dans sa plus grande pureté lorsqu'il entre dans le cuivre : on peut en donner la preuve en faisant fondre à feu ouvert le laiton; car alors tout le zinc s'exhale successivement en vapeurs ou en flammes, et emporte même avec lui une petite quantité de cuivre.

Si l'on fond le cuivre en le mêlant avec l'arsenic, on en fait une espèce de métal blanc qui diffère du cuivre jaune ou laiton autant par la qualité que par la couleur, car il est aussi aigre que l'autre est ductile; et si l'on mêle à différentes doses le cuivre, le zinc et l'arsenic, l'on obtient des alliages de toutes les teintes du jaune au blanc, et de tous les degrés de ductilité du liant au cassant.

Le cuivre en fusion forme, avec le soufre, une espèce de matte noirâtre, aigre et cassante, assez semblable à celle qu'on obtient par la première fonte des mines pyriteuses de ce métal : en le pulvérisant et le détrempant avec un peu d'eau, on obtient de même, par son mélange avec le soufre aussi pulvérisé, une masse solide, assez semblable à la matte fondue.

Un fil de cuivre, d'un dixième de pouce de diamètre, peut soutenir un poids d'environ trois cents livres avant de se rompre; et comme sa densité n'est tout au plus que de six cent vingt-une livres et demie par pied cube, on voit que sa ténacité est proportionnellement beaucoup plus grande que sa densité. La couleur du cuivre pur est d'un rouge orangé, et cette couleur, quoique fausse, est plus éclatante que le beau jaune de l'or pur. Il a plus d'odeur qu'aucun autre métal, on ne peut le sentir sans que l'odorat en soit désagréablement affecté, on ne peut le toucher sans s'infecter les doigts; et cette mauvaise odeur qu'il répand et communique en le maniant et le frottant, est plus permanente et plus

difficile à corriger que la plupart des autres odeurs. Sa saveur, plus que répugnante au goût, annonce ses qualités funestes; c'est dans le règne minéral le poison de nature le plus dangereux après l'arsenic.

Le cuivre est beaucoup plus dur et par conséquent beaucoup plus élastique et plus sonore que l'or, duquel néanmoins il approche plus que les autres métaux imparfaits, par sa couleur et même par sa ductilité; car il est presque aussi ductile que l'argent: on le bat en feuilles aussi minces, et on le tire en filets très-déliés.

Après le fer, le cuivre est le métal le plus difficile à fondre: exposé au grand feu, il devient d'abord chatoyant et rougit long-temps avant d'entrer en fusion; il faut une chaleur violente et le faire rougir à blanc pour qu'il se liquéfie; et lorsqu'il est bien fondu, il bout et diminue de poids s'il est exposé à l'air; car sa surface se brûle et se calcine dès qu'elle n'est pas recouverte, et qu'on néglige de faire à ce métal un bain de matières vitreuses; et même avec cette précaution il diminue de masse et souffre du déchet à chaque fois qu'on le fait rougir au feu. La fumée qu'il répand est en partie métallique, et rend verdâtre ou bleue la flamme des charbons; et toutes les matières qui contiennent du cuivre, donnent à la flamme ces mêmes couleurs vertes ou bleues: néanmoins sa substance est assez fixe; car il résiste plus long-temps que le fer, le plomb et l'étain, à la violence du feu avant de se calciner. Lorsqu'il est exposé à l'air libre et qu'il n'est pas recouvert, il se forme d'abord à sa surface de petites écailles qui surnagent la masse en fusion: ce cuivre à demi brûlé a déjà perdu sa ductilité et son brillant métallique; et se calcinant ensuite de plus en plus, il se change en une chaux noirâtre qui, comme les chaux du plomb et des autres métaux, augmente très-considérablement en volume et en poids par la quantité de l'air qui se fixe en se réunissant à leur substance. Cette chaux est bien plus difficile à fondre que le cuivre en métal; et lorsqu'elle subit l'action d'un feu violent, elle se vitrifie et produit un émail d'un brun chatoyant, qui donne au verre blanc une très-belle couleur verte: mais si l'on veut fondre cette chaux de cuivre seule en la poussant à un feu encore plus violent, elle se brûle en partie, et laisse un résidu qui n'est qu'une espèce de scorie vitreuse ou noirâtre, dont on ne peut ensuite retirer qu'une très-petite quantité de métal.

En laissant refroidir très-lentement et dans un feu gradué le cuivre fondu, on peut le faire cristalliser en cristaux proéminens à sa surface, et qui pénètrent dans son intérieur: il en est de même

de l'or, de l'argent et de tous les autres métaux et minéraux métalliques. Ainsi la cristallisation peut s'opérer également par le moyen du feu comme par celui de l'eau ; et dans toute matière liquide ou liquéfiée, il ne faut que de l'espace, du repos et du temps, pour qu'il se forme des cristallisations par l'attraction mutuelle des parties homogènes et similaires.

Quoique tous les acides puissent dissoudre le cuivre, il faut néanmoins que l'acide marin et surtout l'acide vitriolique soient aidés de la chaleur, sans quoi la dissolution seroit excessivement longue. L'acide nitreux le dissout au contraire très-promptement, même à froid : cet acide a plus d'affinité avec le cuivre qu'avec l'argent ; car l'on dégage parfaitement l'argent de sa dissolution, et on le précipite en entier et sous sa forme métallique par l'intermède du cuivre. Comme cette dissolution du cuivre par l'eau-forte se fait avec grand mouvement et forte effervescence, elle ne produit point de cristaux, mais seulement un sel déliquescent, au lieu que les dissolutions du cuivre par l'acide vitriolique ou par l'acide marin, se faisant lentement et sans ébullition, donnent de gros cristaux d'un beau bleu qu'on appelle *vitriol de Chypre* ou *vitriol bleu*, ou des cristaux en petites aiguilles d'un beau vert.

Tous les acides végétaux attaquent aussi le cuivre : c'est avec l'acide du marc des raisins qu'on fait le vert-de-gris dont se servent les peintres: le cuivre avec l'acide du vinaigre donne des cristaux que les chimistes ont nommés *cristaux de Vénus*. Les huiles, le suif et les graisses attaquent aussi ce métal; car elles produisent du vert-de-gris à la surface des vaisseaux et des ustensiles avec lesquels on les coule ou les verse. En général, on peut dire que le cuivre est de tous les métaux celui qui se laisse entamer, ronger, dissoudre le plus facilement par un grand nombre de substances; car, indépendamment des acides, des acerbes, des sels, des bitumes, des huiles et des graisses, le foie de soufre l'attaque, et l'alcali volatil peut même le dissoudre : c'est à cette dissolution du cuivre par l'alcali volatil qu'on doit attribuer l'origine des malachites de seconde formation. Les premières malachites, c'est-à-dire, celles de première formation, ne sont, comme nous l'avons dit, que des stalactites du cuivre dissous en rouille verte : mais les secondes peuvent provenir des dissolutions du cuivre par l'alcali volatil, lorsqu'elles ont perdu leur couleur bleue et repris la couleur verte; ce qui arrive dès que l'alcali volatil s'est dissipé. « Lorsque l'alcali volatil, dit M. Macquer, a dissous le cuivre « jusqu'à saturation, l'espèce de sel métallique qui résulte de cette

« combinaison, forme des cristaux d'un bleu foncé et des plus « beaux : mais, par l'exposition à l'air, l'alcali se sépare et se dis- « sipe peu à peu; la couleur bleue des cristaux, dans lesquels il « ne reste presque que du cuivre, se change en un très-beau vert, « et le composé ressemble beaucoup à la malachite : il est très- « possible que le cuivre contenu dans cette pierre ait précédem- « ment été dissous par l'alcali volatil, et réduit par cette matière « saline dans l'état de malachite. »

Au reste, les huiles, les graisses et les bitumes n'attaquent le cuivre que par les acides qu'ils contiennent; et de tous les alcalis, l'alcali volatil est celui qui agit le plus puissamment sur ce métal : ainsi l'on peut assurer qu'en général tous les sels de la terre et des eaux, soit acides, soit alcalins, attaquent le cuivre et le dissolvent avec plus ou moins de promptitude ou d'énergie.

Il est aisé de retirer le cuivre de tous les acides qui le tiennent en dissolution, en le faisant simplement évaporer au feu ; on peut aussi le séparer de ces acides en employant les alcalis fixes ou volatils, et même les substances calcaires : les précipités seront des poudres vertes; mais elles seront bleues si les alcalis sont caustiques comme ils le sont en effet dans les matières calcaires, lorsqu'elles ont été calcinées. Il ne faudra qu'ajouter à ce précipité ou chaux de cuivre, comme à toute autre chaux métallique, une petite quantité de matière inflammable pour la réduire en métal; et si l'on fait fondre cette chaux de cuivre avec du verre blanc, on obtient des émaux d'un très-beau vert : mais on doit observer qu'en général les précipités qui se font par les alcalis ou par les matières calcaires, ne se présentent pas sous leur forme métallique, et qu'il n'y a que les précipités par un autre métal, où les résidus, après l'évaporation des acides, soient en effet sous cette forme, c'est-à-dire, en état de métal, tandis que les autres précipités sont tous dans l'état de chaux.

On connoît la violente action du soufre sur le fer; et quoique sa puissance ne soit pas aussi grande sur le cuivre, il ne laisse pas de l'exercer avec beaucoup de force : on peut donc séparer ce métal de tous les autres métaux par l'intermède du soufre, qui a plus d'affinité avec le cuivre qu'avec l'or, l'argent, l'étain et le plomb ; et lorsqu'il est mêlé avec le fer, le soufre peut encore les séparer, parce qu'ayant plus d'affinité avec le fer qu'avec le cuivre, il s'empare du premier et abandonne le dernier. Le soufre agit ici comme ennemi; car, en accélérant la fusion de ces deux métaux, il les dénature en même temps, ou plutôt il les ramène par force à leur état de minéralisation, et change ces métaux en mi-

nerais; car le cuivre et le fer fondus avec le soufre ne sont plus que des pyrites semblables aux minerais pyriteux, dont on tire ces métaux dans leurs mines de seconde formation.

Les filons où le cuivre se trouve dans l'état de métal, sont les seules mines de première formation; dans les mines secondaires, le cuivre se présente sous la forme de minerai pyriteux; et dans celles de troisième formation, il a passé de cet état minéral ou pyriteux à l'état de rouille verte, dans lequel il a subi de nouvelles altérations, et mille combinaisons diverses par le contact et l'action des autres substances salines ou métalliques. Il n'y a que les mines de cuivre primitif que l'on puisse fondre sans les avoir fait griller auparavant : toutes celles de seconde formation, c'est-à-dire, toutes celles qui sont dans un état pyriteux, demandent à être grillées plusieurs fois, et souvent encore, après plusieurs feux de grillage, elles ne donnent qu'une matte cuivreuse mêlée de soufre, qu'il faut refondre de nouveau pour avoir enfin du cuivre noir, dont on ne peut tirer le cuivre rouge en bon métal qu'en faisant passer et fondre ce cuivre noir au feu violent et libre des charbons enflammés, où il achève de se séparer du soufre, du fer et des autres matières hétérogènes qu'il contenoit encore dans cet état de cuivre noir.

Ces mines de cuivre de seconde formation peuvent se réduire à deux ou trois sortes : la première est la pyrite cuivreuse, qu'on appelle aussi improprement *marcassite*, qui contient une grande quantité de soufre et de fer, et dont il est très-difficile de tirer le peu de cuivre qu'elle renferme; la seconde est la mine jaune de cuivre, qui est aussi une pyrite cuivreuse, mais moins chargée de soufre et de fer que la première; la troisième est la mine de cuivre grise, qui contient de l'arsenic avec du soufre, et souvent un peu d'argent : cette mine grise paroît blanchâtre, claire et brillante, lorsque la quantité d'argent est un peu considérable; et si elle ne contient point du tout d'argent, ce n'est qu'une pyrite plutôt arsenicale que cuivreuse.

Pour donner une idée nette des travaux qu'exigent ces minerais de cuivre avant qu'on puisse les réduire en bon métal, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici par extrait les observations de feu M. Jars, qui s'est donné la peine de suivre toutes les manipulations et préparations de ces mines, depuis leur extraction jusqu'à leur conversion en métal raffiné. « Les minéraux de « Saint-Bel et de Chessey dans le Lyonnais sont, dit-il, des py- « rites cuivreuses, auxquelles on donne deux, trois ou quatre « grillages avant de les fondre dans un fourneau à manche, où

« elles produisent des mattes qui doivent être grillées neuf à dix « fois avant que de donner par la fonte leur cuivre noir : ces « mattes sont des masses régulines, contenant du cuivre, du fer, « du zinc, une très-petite quantité d'argent et des parties ter- « reuses, le tout réuni par une grande abondance de soufre.

« Le grand nombre de grillages que l'on donne à ces mattes « avant d'obtenir le cuivre noir, a pour but de faire brûler et « volatiliser le soufre, et de désunir les parties terrestres d'avec les « métalliques; on fait ensuite fondre cette matte en la stratifiant « à travers les charbons, et les particules de cuivre se réunissent « entre elles par la fonte, et vont, par leur pesanteur spécifique, « occuper la partie inférieure du bassin destinés à le recevoir.

« Mais lorsqu'on ne donne que très-peu de grillage à ces mattes, « il arrive que les métaux qui ont moins d'affinité avec le soufre « qu'il n'en a lui-même avec les autres qui composent la masse « réguline, se précipitent les premiers; on peut donc conclure « que l'argent doit se précipiter le premier, ensuite le cuivre, et « que le soufre reste uni au fer. Mais l'argent de ces mattes paroît « être en trop petite quantité pour se précipiter seul; d'ailleurs « il est impossible de saisir dans les travaux en grand le point « précis du rôtissage qui seroit nécessaire pour rendre la sépara- « tion exacte..... et il ne se fait aucune précipitation, surtout par « la voie sèche, sans que le corps précipité n'entraîne avec lui du « précipitant et de ceux auxquels il étoit uni. »

Ces mines de Saint-Bel et de Chessey ne contiennent guère qu'une once d'argent par quintal de cuivre, quantité trop petite pour qu'on puisse en faire la séparation avec quelque profit. Leur minerai est une pyrite cuivreuse mêlée néanmoins de beaucoup de fer. Le minerai de celles de Chessey contient moins de fer et beaucoup de zinc; cependant on les traite toutes deux à peu près de la même manière. On donne à ces pyrites, comme le dit M. Jars, deux, trois et jusqu'à quatre feux de grillage avant de les fondre. Les mattes qui proviennent de la première fonte, doivent encore être grillées neuf ou dix fois avant de donner, par la fusion, leur cuivre noir. En général, le traitement des mines de cuivre est d'autant plus difficile et plus long, qu'elles contiennent moins de cuivre et plus de pyrites, c'est-à-dire, de soufre et de fer, et les procédés de ce traitement doivent varier suivant la qualité ou la quantité des différens métaux et minéraux contenus dans ces mines. Nous en donnerons quelques exemples dans l'énumération que nous allons faire des principales mines de cuivre de l'Europe et des autres parties du monde.

En France, celles de Saint-Bel et de Chessey, dont nous venons

de parler, sont en pleine et grande exploitation; cependant on n'en tire pas la vingtième partie du cuivre qui se consomme dans le royaume. On exploite aussi quelques mines de cuivre dans nos provinces voisines des Pyrénées, et particulièrement à *Baigorri* dans la basse Navarre. Les travaux de ces mines sont dirigés par un habile minéralogiste, M. Hettlinger, que j'ai déjà eu occasion de citer, et qui a bien voulu m'envoyer, pour le Cabinet du Roi, quelques échantillons des minéraux qui s'y trouvent, et entre autres de la mine de fer en écailles, qui est très-singulière, et qui se forme dans les cavités d'un filon mêlé de cuivre et de fer.

Il y a aussi de riches mines de cuivre et d'argent à Giromagny et au Puy dans la haute Alsace; on en a tiré en une année seize cents marcs d'argent et vingt-quatre milliers de cuivre: on trouve aussi d'autres mines de cuivre à Steinbach, à Saint-Nicolas dans le Val de Leberthal, et à Astenbach.

En Lorraine, la mine de la Croix donne du cuivre, du plomb et de l'argent. Il y a aussi une mine de cuivre à Fraise, et d'autres aux villages de Sainte-Croix et de Lusse, qui tiennent de l'argent; d'autres à la montagne du Tillot, au Val de Lièvre, à Vaudrevange, et enfin plusieurs autres à Sainte-Marie-aux-mines.

En Franche-Comté, à Plancher-les-mines, il y a aussi des mines de cuivre, et auprès de Château-Lambert il s'en trouve quatre veines placées l'une sur l'autre, et l'on prétend que cette mine a rendu depuis vingt jusqu'à cinquante pour cent de cuivre.

On a aussi reconnu plusieurs mines de cuivre dans le Limosin, en Dauphiné, en Provence, dans le Vivarais, le Gévaudan et les Cévennes; en Auvergne, près de Saint-Amand; en Touraine, à l'abbaye de Noyers; en Normandie, près de Briquebec dans le Cotentin, et à Carrolet, dans le diocèse d'Avranches.

En Languedoc, M. de Gensanne a reconnu plusieurs mines de cuivre, qu'il a très-bien observées et décrites; il a fait de semblables recherches en Alsace; et M. le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, a observé celles du Roussillon, et celle de Corall, dans la partie des Pyrénées située entre la France et l'Espagne.

Depuis la découverte de l'Amérique, les mines de cuivre, comme celles d'or et d'argent, ont été négligées en Espagne et en France, parce que l'on tire ces métaux du nouveau monde à moindres frais, et qu'en général les mines les plus riches de l'Europe et les plus aisées à extraire ont été fouillées et peut-être épuisées par les anciens; on n'y trouve plus de cuivre en métal ou de première formation, et on a négligé les minières des pyrites cuivreuses ou de seconde formation, par la difficulté de les fondre, et à cause des grands

frais que leur traitement exige. Celles des environs de Molina, dont parle M. Bowles[1], et qui paroissent être de troisième formation, sont également négligées : cependant, indépendamment de ces mines de Molina en Aragon, il y a d'autres mines de cuivre à six lieues de Madrid, et d'autres dans la montagne de Guadeloupe, dans lesquelles on fait aujourd'hui quelques travaux. Celles-ci, dit M. Bowles, sont dans une ardoise jaspée de bleu et de vert.

En Angleterre, dans la province de Cornouailles, fameuse par ses mines d'étain, on trouve des mines de cuivre en filons, dont quelques-uns sont très-voisins des filons d'étain, et quelquefois même sont mêlés de ces deux métaux. Comme la plupart de ces mines sont dans un état pyriteux, elles sont de seconde formation; quelques-unes néanmoins sont exemptes de pyrites, et paroissent tenir de près à celles de première formation. M. Jars les a décrites avec son exactitude ordinaire.

En Italie, dans le Vicentin, « on fabrique annuellement, dit « M. Ferber, beaucoup de cuivre, de soufre et de vitriol. La les-« sive vitriolique est très-riche en cuivre, que l'on en tire par « cémentation et en y mettant des lames de fer. » Ces mines sont,

---

[1] « A quelques lieues de Molina, il y a une montagne appelée *la Platilla*; « on voit au sommet des roches blanches qui sont de pierre à chaux, mêlées de « taches bleues et vertes....... Dans les galeries de la mine de cuivre, on voit que « toutes les pierres sont fendillées, et laissent découler de l'eau chargée de ma-« tière cuivreuse, et les fentes sont remplies de minéral de cuivre bleu, vert et « jaune, mêlé de terre blanche calcaire. Ce minéral formé par stillation est toujours « composé de lames très-minces et parallèlement appliquées les unes contre les « autres........ La matière calcaire s'y trouve toujours mêlée avec le minéral de « cuivre, de quelque couleur qu'il soit....... Il se forme souvent en petits cris-« taux dans les cavités du minéral même, et ces cristaux sont verts, bleus ou « blancs..... Le minéral commence par être fluide et dissous, ou au moins en état « de mucilage qui a coulé très-lentement, et que les eaux pluviales dissolvent de « nouveau et entraînent dans les fentes ou cavités où elles tombent goutte à goutte « et forment la stalactite..... La mine bleue ne se mêle point avec le reste, et elles « sont d'une nature très-distincte; car je trouvai que le bleu de cette mine con-« tient un peu d'arsenic, d'argent et de cuivre, et le produit de sa fonte est une « sorte de métal de cloche. La mine verte ne contient pas le moindre atome d'ar-« senic, et le cuivre se minéralise avec la terre blanche susdite, sans qu'il y ait « la moindre partie de fer. Cette mine de la Platilla étant une mine de charriage ou « d'alluvion, elle ne peut être bien profonde. » (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, page 141 et suivantes.) Je dois observer que cette mine décrite par M. Bowles est non-seulement d'alluvion, comme il le dit, et comme le démontre le mélange du cuivre avec la matière calcaire, mais qu'elle est encore de stillation, c'est-à-dire, d'un temps postérieur à celui des alluvions, puisqu'elle se forme encore aujourd'hui par le suintement de ces matières dans les fentes des pierres quarzeuses où se trouve ce minéral cuivreux, qui se réunit aussi en stalactites dans les cavités de la roche.

comme l'on voit, de la dernière formation. On trouve aussi de pareilles mines de cuivre en Suisse, dans le pays des Grisons, et dans le canton de Berne, à six lieues de Romain-Moutier.

En Allemagne, dit Schlutter, on compte douze sortes de mines de cuivre, dont cependant aucune n'est aussi riche en métal que les mines de plomb, d'étain et de fer de ces mêmes contrées. Comme la plupart de ces mines de cuivre contiennent beaucoup de pyrites, il faut les griller avec soin; sans cela le cuivre ne se réduit point, et l'on n'obtient que de la matte. Le grillage est ordinairement de sept à huit heures, et il est à propos de laisser refroidir cette mine grillée, de la broyer et griller de nouveau trois ou quatre fois de suite, en la broyant à chaque fois : ces feux interrompus la dessoufrent beaucoup mieux qu'un feu continué. Les mines riches, telles que celles d'azur et celles que les ouvriers appellent *mines pourries* ou *éventées*, n'ont pas besoin d'être grillées autant de fois ni si long-temps : cependant toutes les mines de cuivre, pauvres ou riches, doivent subir le grillage; car, après cette opération, elles donnent un produit plus prompt et plus certain; et souvent encore le métal pur est difficile à extraire de la plupart de ces mines grillées. En général, les pratiques pour le traitement des mines doivent être relatives à leur qualité plus ou moins riche, et à leur nature plus ou moins fusible. La plupart sont si pyriteuses, qu'elles ne rendent que très-difficilement leur métal après un très-grand nombre de feux. Les plus rebelles de toutes sont les mines qui, comme celles de Rammelsberg et du haut Hartz, sont non-seulement mêlées de pyrites, mais de beaucoup de mines de fer. Il s'est passé bien du temps avant qu'on ait trouvé les moyens de tirer le cuivre de ces mines pyriteuses et ferrugineuses.

Les anciens, comme nous l'avons dit, n'ont d'abord employé que le cuivre de première formation, qui se réduit en métal dès la première fonte, et ensuite ils ont fait usage du cuivre de dernière formation, qu'on se procure aisément par la cémentation; mais les mines de cuivre en pyrites, qui sont presque les seules qui nous restent, n'ont été travaillées avec succès que dans ces derniers temps, c'est-à-dire, beaucoup plus tard que les mines de fer, qui, quoique difficiles à réduire en métal, le sont cependant beaucoup moins que ces mines pyriteuses de cuivre.

Dans le bas Hartz, les mines de cuivre contiennent du plomb et beaucoup de pyrites; il leur faut trois feux de grillage, et autant à la matte qui en provient : on fond ensuite cette matte, qui, malgré les trois feux qu'elle a subis, ne se convertit pas toute entière en métal; car dans la fonte il se trouve encore de la matte,

qu'on est obligé de séparer du métal, et de faire griller de nouveau pour la refondre.

Dans le haut Hartz, la plupart des mines de cuivre sont aussi pyriteuses, et il faut de même les griller d'autant plus fort et plus de fois qu'elles le sont davantage. Aux environs de Clausthal il y en a de bonnes, de médiocres et de mauvaises; ces dernières ne sont, pour ainsi dire, que des pyrites : on mêle ces mines ensemble pour les faire griller une première fois à un feu qui dure trois ou quatre semaines; après quoi on leur donne un second feu de grillage avant de les fondre, et l'on n'obtient encore que de la matte crue, qu'on soumet à cinq ou six feux successifs de grillage, selon que cette matte est plus ou moins sulfureuse. On fond de nouveau cette matte grillée, et enfin on parvient à obtenir du cuivre noir en assez petite quantité; car cent quintaux de cette matte grillée ne donnent que huit à dix quintaux de cuivre noir, et quarante ou cinquante quintaux de matière moyenne entre la matte brute et le cuivre noir : on fait griller de nouveau cinq ou six fois cette *matte moyenne* avant de la jeter au fourneau de fusion; elle rend à peu près la moitié de son poids en cuivre noir, et entre un tiers et un quart de matière qu'on appelle *matte simple*, que l'on fait encore griller de nouveau sept à huit fois avant de la fondre, et cette matte simple ne se convertit qu'alors en cuivre noir.

Les mines de cuivre qui sont plus riches et moins pyriteuses, rendent dès la première fonte leur cuivre noir, mêlé d'une matte qu'on n'est obligé de griller qu'une seule fois pour obtenir également le cuivre noir pur. Les mines feuilletées ou *en ardoise* du comté de Mansfeld, quoique très-peu pyriteuses en apparence, ne donnent souvent que de la matte à la première fonte, et ne produisent à la seconde qu'une livre ou deux de cuivre noir par quintal. Celles de Riegelsdorf, qui sont également en ardoise, ne donnent que deux à trois livres de cuivre par quintal : mais comme il suffit de les griller une seule fois pour en obtenir le cuivre noir, on ne laisse pas de trouver du bénéfice à les fondre, quoiqu'elles rendent si peu, parce qu'une seule fonte suffit aussi pour réduire le cuivre noir en bon métal.

On trouve dans la mine de *Meydenbek* du cuivre en métal, mêlé avec des pyrites cuivreuses noires et vertes. Cette mine paroît donc être de première formation; seulement une partie du cuivre primitif a été décomposée dans la mine même par l'action des élémens humides : mais, malgré cette altération, ces minerais sont peu dénaturés, et ils peuvent se fondre seuls; on mêle

les minerais noir et vert avec le cuivre natif, et ce mélange rend son métal dès la première fonte, et même assez pur pour qu'on ne soit pas obligé de le raffiner.

En Hongrie, il se trouve des mines de cuivre de toutes les nuances et qualités. Celle de *Hornground* est d'une grande étendue : elle est en larges filons, et si riche, qu'elle donne quelquefois jusqu'à cinquante et soixante livres de cuivre par quintal. Elle est composée de deux sortes de minerais : l'un jaune, qui ne contient que du cuivre; l'autre noir, qui contient du cuivre et de l'argent. Ces mines, quoique si riches, sont néanmoins très-pyriteuses, et il faut leur faire subir douze ou quatorze fois l'action du feu avant de les réduire en métal. On tire avec beaucoup moins de frais le cuivre des eaux cuivreuses qui découlent de cette mine, au moyen des lames de fer qu'on y plonge, et auxquelles il s'unit par cémentation. En général, c'est dans les montagnes de schiste ou d'ardoise que se trouvent en Hongrie les plus nobles veines de cuivre.

« Il y a en Pologne, dit M. Guettard, sur les confins de la Hon-
« grie et du comté de Speis, une mine de cuivre tenant or et ar-
« gent..... Cette mine est d'un jaune doré, avec des taches cou-
« leur de gorge de pigeon, et elle est mêlée de quarz. Il y en a
« une autre dans les terres du staroste de Bulkow....... J'en ai vu
« un morceau qui étoit un quarz de gris clair, parsemé de points
« cuivreux ou de pyrites cuivreuses d'un jaune doré. »

En Suède, les mines de cuivre sont non-seulement très-nombreuses, mais aussi très-abondantes et très-riches; la plus fameuse est celle du cap Ferberg : on en prendroit d'abord le minerai pour une pyrite cuivreuse, et cependant il n'est que peu sulfureux, et il est mêlé d'une pierre vitreuse et fusible; il rend son cuivre dès la première fonte. Il y a plusieurs autres mines qui ne sont pas si pures, et qui néanmoins peuvent se fondre après avoir été grillées une seule fois; il n'est pas même nécessaire d'y ajouter d'autres matières pour en faciliter la fusion : il ne faut que quelques scories vitreuses pour leur faire un bain et les empêcher de se calciner à la fonte.

En Danemarck et en Norwége, selon Pontoppidan, il y a des mines de cuivre de toute espèce : celle de Roraas est la plus renommée; trois fourneaux qui y sont établis ont rendu en onze années quarante mille neuf cent quarante-quatre quintaux de cuivre. M. Jars dit « que cette mine de Roraas ou de Reuras est
« une mine immense de pyrites cuivreuses, si près de la surface
« de la terre, que l'on a pu facilement y pratiquer des ouver-

« tures assez grandes pour y faire entrer et sortir des voitures qui « en transportent au dehors les minerais, et que cette mine pro- « duit annuellement douze mille quintaux et plus de cuivre. »

On trouve aussi des indices de mine de cuivre en Laponie, à soixante lieues de Torneo et en Groenland : l'on a vu du vert-de-gris et des paillettes cuivreuses dans des pierres; ce qui démontre assez qu'il s'y trouve aussi des mines de ce métal.

En Islande, il y a de même des mines de cuivre, les unes à sept milles de distance de la ville de Wiclow, d'autres dans la montagne de Crone-Bawn, qui sont en exploitation, et dont les fosses ont depuis quarante, cinquante et jusqu'à soixante toises de profondeur. Le relateur observe « que les ouvriers ayant laissé une « pelle de fer dans une de ces mines de cuivre où il coule de « l'eau, cette pelle se trouva quelque temps après tout incrustée « de cuivre, et que c'est d'après ce fait que les habitans ont pris « l'idée de tirer ainsi le cuivre de ces eaux en y plongeant des « barres de fer. » Il ajoute « que non-seulement le cuivre incruste « le fer, mais que cette eau cuivreuse le pénètre et semble le con- « vertir en cuivre; que le tout tombe en poudre au fond du ré- « servoir où l'on contient cette eau cuivreuse; que les barres de « fer contractent d'abord une espèce de rouille, qui, par degrés, « consomme entièrement le fer; que le cuivre qui est dans l'eau « étant ainsi continuellement attiré et fixé par le fer, il se pré- « cipite au fond en forme de sédiment; qu'il faut pour cela du « fer doux, et que l'acier n'est pas propre à cet effet; qu'enfin ce « sédiment cuivreux est en poudre rougeâtre. » Nous observerons que c'est non-seulement dans ces mines d'Islande, mais dans plusieurs autres, comme dans celles de Suède, du Hartz, etc., que l'on trouve, de temps en temps et en certains endroits abandonnés depuis long-temps, des fers incrustés de cuivre, et des bois dans lesquels ce métal s'est insinué en forme de végétation, qui pénètre entre les fibres du bois et remplit les intervalles; mais ce n'est point une pénétration intime du cuivre dans le fer, comme le dit le relateur, et encore moins une conversion de ce métal en cuivre.

Après cette énumération des mines de cuivre de l'Europe, il nous reste à faire mention de celles des autres parties du monde; et en commençant par l'Asie, il s'en trouve d'abord dans les îles de l'Archipel : celle de *Chalcitis*, aujourd'hui *Chalcé*, avoit même tiré son nom du cuivre qui s'y trouvoit; l'île d'Eubée en fournissoit aussi : mais la plus riche de toutes en cuivre est celle de Chypre; les anciens l'ont célébrée sous le nom d'*Ærosa*, et ils en tiroient une grande quantité de cuivre et de zinc.

Dans le continent de l'Asie, on a reconnu et travaillé des mines de cuivre. En Perse, « le cuivre, dit Chardin, se tire principale-
« ment à Sary, dans les montagnes de Maizenderan; il y en a aussi
« à Bactriam et vers Casbin. Tous ces cuivres sont aigres, et, pour
« les adoucir, les Persans les allient avec du cuivre de Suède et du
« Japon, en en mettant une partie sur vingt du leur. »

MM. Gmelin et Muller ont reconnu et observé plusieurs mines de cuivre en Sibérie; ils ont remarqué que toutes ces mines, ainsi que celles des autres métaux, sont presque à la surface de la terre. Les plus riches en cuivre sont dans les plus hautes montagnes près de la rive occidentale du Jénisca; on y voit le cuivre à la surface de la terre en mines rougeâtres ou vertes, qui toutes produisent quarante-huit à cinquante livres de cuivre par quintal. Ces mines situées au haut des montagnes sont sans doute de première formation; la mine verte a seulement été un peu altérée par les élémens humides. De toutes les autres mines de cuivre dont ces voyageurs font mention, la moins riche est celle de *Pichtama-Gora*, qui cependant donne douze pour cent de bon cuivre. Il y a cinq de ces mines en exploitation; et l'on voit dans plusieurs autres endroits de cette même contrée les vestiges d'anciens travaux, qui démontrent que toutes ces montagnes contiennent de bonnes mines. Celles des autres parties de la Sibérie sont plus pauvres; laplupart ne donnent que deux, trois ou quatre livres de cuivre par quintal. On trouve sur la croupe et au pied de plusieurs montagnes différentes mines de cuivre de seconde et de troisième formation; il y en a dans les environs de Cazan qui ont formé des stalactites cuivreuses et des malachites très-belles et aisées à polir: on peut même dire que c'est dans cette contrée du Nord de l'Asie que les malachites se trouvent le plus communément, quoiqu'il y en ait aussi en quelques endroits de l'Europe, et particulièrement en Saxe, dans plusieurs mines de cuivre de troisième formation. Ces concrétions cuivreuses ou malachites se présentent sous différentes formes: il y en a de fibreuses ou formées en rayons, comme si elles étoient cristallisées, et par-là elles ressemblent à la zéolithe; il y en a d'autres qui paroissent formées par couches successives, mais qui ne diffèrent des premières que par leur apparence extérieure. Nous en donnerons des notions plus précises lorsque nous traiterons des stalactites métalliques.

Les mines de Souxon en Sibérie sont fort considérables, et s'étendent à plus de trente lieues; elles sont situées dans des collines qui ont environ cent toises de hauteur, et paroissent en suivre la pente: toutes ne donnent guère que quatre livres de cuivre par

quintal. Ces mines de Souxon sont de troisième et dernière formation; car on les trouve dans le sable, et même dans des bois fossiles qui sont tachés de bleu et de vert, et dans l'intérieur desquels la mine de cuivre a formé des cristaux. Il en est de même des mines de cuivre des monts Riphées; on ne les exploite qu'au pied des montagnes, où le minerai de cuivre se trouve avec des matières calcaires, et suit, comme celles de Souxon, la pente des montagnes jusqu'à la rivière.

Au Kamtschatka, où de temps immémorial les habitans étoient aussi sauvages que ceux de l'Amérique septentrionale, il se trouve encore du cuivre natif en masses et en débris; et une des îles voisines de celle de Behring, où ce métal se trouve en morceaux sur le rivage, en a pris le nom d'*Île de Cuivre*.

La Chine est peut-être encore plus riche que la Sibérie en bonnes mines de cuivre; c'est surtout dans la province d'Yunnan qu'il s'en trouve en plus grande quantité : et il paroît que, quoiqu'on ait très-anciennement fouillé ces mines, elles ne sont pas épuisées; car on en tire encore une immense quantité de métal. Les Chinois distinguent trois espèces de cuivre qu'ils prétendent se trouver naturellement dans leurs différentes mines : 1°. le cuivre rouge ou cuivre commun, et qui est du cuivre de première formation ou de cémentation : 2°. le cuivre blanc, qu'ils assurent avoir toute sa blancheur au sortir de la mine, et qu'on a peine à distinguer de l'argent lorsqu'il est employé; ce cuivre blanc est aigre, et n'est vraisemblablement qu'un mélange de cuivre et d'arsenic : 3°. le *tombac*, qui ne paroît être, au premier coup d'œil, qu'une simple mine de cuivre, mais qui est mêlé d'une assez grande quantité d'or [1]. Il se trouve une de ces mines de tombac fort abondante dans la province de Hu-quang. On fait de très-beaux ouvrages avec ce tombac, et en général on ne consomme nulle part plus de cuivre qu'à la Chine, pour les canons, les cloches, les instrumens, les monnoies, etc. Cependant le cuivre est encore plus commun au Japon qu'à la Chine : les mines les plus riches et qui donnent le métal le plus fin et le plus ductile, sont dans la province de Kijnok et de Surunga, et cette dernière

[1] L'*aurichalcum* de Pline paroît être une espèce de tombac, qu'il désigne comme un cuivre naturel, d'une qualité particulière et plus excellente que le cuivre commun, mais dont les veines étoient déjà depuis long-temps épuisées : *In Cypro prima æris inventio; mox vilitas, reperto in aliis terris præstantiore, maximè aurichalco, quod præcipuam bonitatem admirationemque diù obtinuit; nec reperitur longo jam tempore, effœtâ tellure.* (Lib. XXXIV, cap. 11.)



doit être regardée comme une mine de tombac; car elle tient une bonne quantité d'or. Les Japonois tirent de leurs mines une si grande quantité de cuivre, que les Européens, et particulièrement les Hollandais, en achètent pour le transporter et en faire commerce; mais autant le cuivre rouge est commun dans ces îles du Japon, autant le cuivre jaune ou laiton y est rare, parce qu'on n'y trouve point de mine de zinc, et qu'on est obligé de tirer du Tunquin ou d'encore plus loin la calamine ou le zinc nécessaire à cet alliage.

Enfin, pour achever l'énumération des principales mines de cuivre de l'Asie, nous indiquerons celles de l'île Formose, qui sont si abondantes au rapport des voyageurs, qu'une seule de ces mines pourroit suffire à tous les besoins et usages de ces insulaires. La plus riche est celle de Peorko; le minéral est du cuivre rouge, et paroît être de première formation.

Nous ne ferons que citer celles de Macassar dans les îles Célèbes, celles de l'île de Timor, et enfin celles de Bornéo, dont quelques-unes sont mêlées d'or et donnent du tombac, comme celles de la province de Surunga au Japon, et de Hu-quang à la Chine.

En Afrique, il y a beaucoup de cuivre, et même du cuivre primitif. Marmol parle d'une mine riche qui étoit, il y a près de deux siècles, en pleine exploitation dans la province de Sus au royaume de Maroc, et il dit qu'on en tiroit beaucoup de cuivre et de laiton qu'on transportoit en Europe; il fait aussi mention des mines du mont Atlas dans la province de Zahara, où l'on fabriquoit des vases de cuivre et de laiton. Ces mines de la Barbarie et du royaume de Maroc fournissent encore aujourd'hui une très-grande quantité de ce métal, que les Africains ne se donnent pas la peine de raffiner, et qu'ils nous vendent en cuivre brut. Les montagnes des îles du cap Vert contiennent aussi des mines de cuivre; car il en découle plusieurs sources dont les eaux sont chargées d'une grande quantité de parties cuivreuses qu'il est aisé de fixer et de recueillir par la cémentation. Dans la province de Bambuk, si abondante en or, on trouve aussi beaucoup de cuivre, et particulièrement dans les montagnes de Radschinkadbar, qui sont d'une prodigieuse hauteur. Il y a aussi des mines de cuivre dans plusieurs endroits du Congo et à Benguela; l'une des plus riches de ces contrées est celle de la *baie des Vaches*, dont le cuivre est très-fin : on trouve de même des mines de ce métal en Guinée, au pays des Insijesses, et enfin dans les terres des Hottentots. Kolbe fait mention d'une mine de cuivre qui n'est qu'à une lieue de distance du cap, dans une très-haute montagne, dont il dit que le minéral est pur et

très-abondant. Cette mine, située dans une si haute montagne, est sans doute de première formation comme celle de Bambuk, et comme la plupart des autres mines de cuivre de l'Afrique; car, quoique les Maures, les Nègres, et surtout les Abyssins, aient eu de temps immémorial des instrumens de ce métal, leur art ne s'étend guère qu'à fondre le cuivre natif ou celui de troisième formation, et ils n'ont pas tenté de tirer ce métal des mines pyriteuses de seconde formation, qui exigent de grands travaux pour être réduites en métal.

Mais c'est surtout dans le continent du nouveau monde, et particulièrement dans les contrées de tout temps inhabitées, que se trouvent en grand nombre les mines de cuivre de première formation. Nous avons déjà cité quelques lieux de l'Amérique septentrionale où l'on a rencontré de gros blocs de cuivre natif et presque pur : on en trouvera beaucoup plus à mesure que les hommes peupleront ces déserts; car, depuis que les Espagnols se sont habitués au Pérou et au Chili, on en a tiré une immense quantité de cuivre : partout on a commencé par les mines de première formation, qui sont les plus aisées à fondre. Frézier, témoin judicieux, rapporte « que dans une montagne qui est à douze « lieues de Pampas du Paraguay, et à cent lieues de la Conception, « l'on a découvert des mines de cuivre si singulières, qu'on en a « vu des blocs ou pépites de plus de cent quintaux; que ce cuivre « est si pur, que d'un seul morceau de quarante quintaux on a « fait six canons de campagne de six livres de balle chacun, pen- « dant qu'il étoit à la Conception; qu'au reste il y a dans cette « même montagne du cuivre pur et du cuivre imparfait, et en « pierres mêlées de cuivre. »

C'est aux environs de Coquimbo que les mines de cuivre sont en plus grand nombre, et elles sont en même temps si abondantes, qu'une seule, quoique travaillée depuis long-temps, fournit encore aujourd'hui tout le cuivre qui se consomme à la côte du Chili et du Pérou. Il y a aussi plusieurs autres mines de cuivre à Carabaya et dans le corrégiment de Copiago. Ces mines de cuivre du Pérou sont presque toujours mêlées d'argent, en sorte que souvent on leur donne le nom de *mines d'argent;* et l'on a observé qu'en général toutes les mines d'argent du Pérou sont mêlées de cuivre, et que toutes celles de cuivre le sont d'argent. Mais ces mines de cuivre du Pérou sont en assez petit nombre, et beaucoup moins riches que celles du Chili; car M. Bowles les compare à celles qu'on travaille actuellement en Espagne. Dans le Mexique, au canton de Kolima, il se trouve des mines de deux sortes de

cuivre : l'une si molle et si ductile, que les habitans en font de très-beaux vases; l'autre si dure, qu'ils l'emploient au lieu de fer pour les instrumens d'agriculture. Enfin l'on trouve des mines de cuivre à Saint-Domingue, et du cuivre en métal et de première formation au Canada et dans les parties plus septentrionales de l'Amérique, comme chez les Michillimakinacs, et aux environs de la rivière Danoise, à la baie d'Hudson. Il y a d'autres mines de cuivre de seconde formation aux Illinois et aux Sioux; et quoique les voyageurs ne disent pas qu'il se trouve en Amérique des mines de tombac comme en Asie et en Afrique, cependant les habitans de l'Amérique méridionale ont des anneaux, des bracelets et d'autres ornemens d'une matière métallique qu'ils nomment *caracoli*, et que les voyageurs ont regardée comme un mélange de cuivre, d'argent et d'or, produit par la Nature. Il est vrai que ce *caracoli* ne se rouille ni ne se ternit jamais ; mais il est aigre, grenu et cassant : on est obligé de le mêler avec de l'or pour le rendre plus doux et plus traitable. Il est donc entré de l'arsenic ou de l'étain dans cet alliage; et si le *caracoli* n'est pas de la platine, ce ne peut être que du tombac altéré par quelque minéral, d'autant que le relateur ajoute « que les « Européens ont voulu imiter ce métal en mêlant six parties « d'argent, trois de cuivre et une d'or; mais que cet alliage n'ap- « proche pas encore de la beauté du *caracoli* des Indiens, qui « paroît comme de l'argent surdoré légèrement avec quelque « chose d'éclatant, comme s'il étoit un peu enflammé. » Cette couleur rouge et brillante n'est point du tout celle de la platine; et c'est ce qui me fait présumer que ce *caracoli* des Américains est une sorte de tombac, un mélange d'or, d'argent et de cuivre, dont la couleur s'est peut-être exaltée par l'arsenic.

Les régions d'où l'on tire actuellement la plus grande quantité de cuivre, sont le Chili, le Mexique et le Canada en Amérique, le royaume de Maroc et les autres provinces de Barbarie en Afrique, le Japon et la Chine en Asie, et la Suède en Europe. Partout on doit employer, pour extraire ce métal, des moyens différens, suivant la différence des mines : celles du cuivre primitif ou de première formation par le feu, ou celles de décomposition par l'eau, et qui toutes sont dans l'état métallique, n'ont besoin que d'être fondues une seule fois pour être réduites en très-bon métal; elles donnent par conséquent un grand produit à peu de frais. Après les mines primordiales, qui coûtent le moins à traiter, on doit donc s'attacher à celles où le cuivre se trouve très-atténué, très-divisé, et où néanmoins il conserve son état métallique: telles

sont les eaux chargées de parties cuivreuses, qui découlent de la plupart de ces mines. Le cuivre charrié par l'eau y est dissous par l'acide vitriolique; et cet acide s'attachant au fer qu'on plonge dans cette eau, et le détruisant peu à peu, quitte en même temps le cuivre, et le laisse à la place du fer. On peut donc facilement tirer le cuivre de ces eaux qui en sont chargées, en y plongeant des lames de fer, sur lesquelles il s'attache en atomes métalliques, qui forment bientôt des incrustations massives. Ce cuivre de cémentation donne, dès la première fonte, un métal aussi pur que celui du cuivre primitif. Ainsi l'on peut assurer que de toutes les mines de cuivre, celles de première et celles de dernière formation sont les plus aisées à traiter et aux moindres frais.

Lorsqu'il se trouve dans le courant de ces eaux cuivreuses des matières ferrugineuses aimantées ou attirables à l'aimant, et qui par conséquent sont dans l'état métallique ou presque métallique, il se forme à la surface de cés masses ferrugineuses une couche plus ou moins épaisse de cuivre. Cette cémentation faite par la Nature donne un produit semblable à celui de la cémentation artificielle; c'est du cuivre presque pur, et que nos minéralogistes ont aussi appelé *cuivre natif,* quoique ce nom ne doive s'appliquer qu'au cuivre de première formation produit par le feu primitif. Au reste, comme il n'existe dans le sein de la terre que très-peu de fer en état métallique, ce cuivre produit par cette cémentation naturelle n'est aussi qu'en petite quantité, et ne doit pas être compté au nombre des mines de ce métal.

Après la recherche des mines primitives de cuivre et des eaux cuivreuses qui méritent préférence par la facilité d'en tirer le métal, on doit s'attacher aux mines de troisième formation, dans lesquelles le cuivre décomposé par les élémens humides est plus ou moins séparé des parties pyriteuses, c'est-à-dire, du soufre et du fer dont il est surchargé dans tous ses minerais de seconde formation. Les mines de cuivre vitreuses et soyeuses, celles d'azur et de malachites, celles de bleu et de vert de montagne, etc., sont toutes de cette troisième formation; elles ont perdu la forme pyriteuse, et en même temps une partie du soufre et du fer qui est la base de toute pyrite. La Nature a fait ici, par la voie humide et à l'aide du temps, cette séparation que nous ne faisons que par le moyen du feu; et comme la plupart de ces mines de troisième formation ne contiennent qu'en petite quantité des parties pyriteuses, c'est-à-dire, des principes du soufre, elles ne demandent aussi qu'un ou deux feux de grillage, et se reduisent ensuite en métal dès la première fonte.

Enfin les plus rebelles de toutes les mines de cuivre, les plus difficiles à extraire, les plus dispendieuses à traiter, sont les mines de seconde formation, dans lesquelles le minerai est toujours dans un état plus ou moins pyriteux; toutes contiennent une certaine quantité de fer; et plus elles en contiennent, plus elles sont réfractaires; et malheureusement ces mines sont dans notre climat les plus communes, les plus étendues, et souvent les seules qui se présentent à nos recherches : il faut, comme nous l'avons dit, plusieurs torréfactions avant de les jeter au fourneau de fusion, et souvent encore plusieurs autres feux pour en griller les mattes avant que, par la fonte, elles se réduisent en cuivre noir, qu'il faut encore traiter au feu pour achever d'en faire du cuivre rouge. Dans ces travaux, il se fait une immense consommation de matières combustibles; les soins multipliés, les dépenses excessives, ont souvent fait abandonner ces mines : ce n'est que dans les endroits où les combustibles, bois ou charbon de terre, abondent, ou bien dans ceux où le minerai de cuivre est mêlé d'or ou d'argent, qu'on peut exploiter ces mines pyriteuses avec profit; et comme l'on cherche, avec raison, tous les moyens qui peuvent diminuer la dépense, on a tenté de réunir les pratiques de la cémentation et de la lessive à celle de la torréfaction.

Nous ne donnerons point ici le détail des opérations du raffinage de ce métal, ce seroit trop s'éloigner de notre objet, et nous nous contenterons seulement d'observer que le déchet au raffinage est d'autant moindre que la quantité qu'on raffine à la fois est plus grande, et cela par une raison générale et très-simple; c'est qu'un grand volume offrant à proportion moins de surface qu'un petit, l'action destructive de l'air et du feu qui porte immédiatement sur la surface du métal, emporte, calcine ou brûle moins de parties de la masse en grand qu'en petit volume. Au reste, nous n'avons point encore en France d'assez grands fourneaux de fonderie pour raffiner le cuivre avec profit. Les Anglais ont non-seulement établi plusieurs de ces fourneaux [1], mais ils ont en même temps cons-

---

[1] On raffine aujourd'hui le cuivre dans de grands fourneaux de réverbère, à l'aide du vent d'un soufflet qu'une roue hydraulique fait mouvoir : on n'y emploie que du charbon de terre naturel. Chaque raffinage est de quatre-vingts quintaux, et dure quinze à seize heures. On fait ordinairement trois raffinages de suite dans le même fourneau par semaine; on le laisse refroidir, et on le répare pour la semaine suivante. Quand les opérations sont considérables, il faut avoir trois de ces fourneaux, dont un est toujours en réparation lorsque les autres sont en feu. En se bornant à mille quintaux de fabrication par mois, il suffit d'un de ces fourneaux à réverbère. (*Mémoire sur l'établissement d'une fonderie et d'un laminoir de cuivre, communiqué à M. de Buffon par M. de Limare.*)

truit des machines pour laminer le cuivre afin d'en revêtir leurs navires. Au moyen de ces grands fourneaux de raffinage, ils tirent bon parti des cuivres bruts qu'ils achètent au Chili, au Mexique, en Barbarie et à Mogador : ils en font un commerce très-avantageux; car c'est d'Angleterre que nous tirons nous-mêmes la plus grande partie des cuivres dont on se sert en France et dans nos colonies. Nous éviterons donc cette perte, nous gagnerons même beaucoup, si l'on continue de protéger l'établissement que M. de Limare [1], l'un de nos plus habiles métallurgistes, vient d'entreprendre sous les auspices du gouvernement.

DE L'ÉTAIN.

Ce métal, le plus léger de tous [2], n'est pas à beaucoup près aussi répandu que les cinq autres : il paroît affecter des lieux particuliers, et dans lesquels il se trouve en grande quantité; il est aussi

---

[1] Les ordres du ministre pour doubler les vaisseaux en cuivre, dit M. de Limare, font prendre le parti d'établir des fourneaux de fonderie et des laminoirs à Nantes, où l'on feroit amener de Cadix les cuivres bruts du Chili et de toute l'Amérique, ainsi que ceux de Mogador et de la Barbarie; on pourroit même tirer ceux du Levant qui viennent à Marseille : car Nantes est le port du royaume qui expédie et qui reçoit le plus de navires de Cadix, de la Russie et de l'Amérique septentrionale; il est aussi le plus à portée des mines de charbon de terre et des débouchés d'Orléans et de Paris, ainsi que des arsenaux de Rochefort, de Lorient et de Brest.

La consommation du cuivre ne peut qu'accroître avec le temps, par la quantité de nitrières qu'on établit dans le royaume; par le doublage des navires, que l'on commence à faire en cuivre, etc.; par les expéditions que l'on pourra faire pour l'Inde, de planches de cuivre coulé; par la fourniture des arsenaux d'Espagne pour le doublement de leurs vaisseaux, en paiement de laquelle on prendroit des cuivres bruts du Mexique, dont le roi d'Espagne s'est réservé la possession, et qui ne perdent que six à sept pour cent dans l'opération du raffinage......

Les cuivres bruts de Barbarie ne coûteront pas davantage, soit qu'on les tire directement de Mogador et de Larache par les navires hollandais, soit que l'on prenne la voie de Cadix par les vaisseaux mêmes de Nantes, qui font souvent le cabotage en attendant leur chargement en retour pour France. D'ailleurs ces cuivres de Barbarie ne donnent que cinq à six pour cent de déchet au raffinage.

On pourra aussi se procurer des cuivres bruts de la Russie, de la Hongrie, et surtout de l'Amérique septentrionale, qui a fourni jusqu'à ce jour la majeure partie des raffineries anglaises. (*Mémoire communiqué par M. de Limare à M. de Buffon, en novembre* 1780.)

[2] Le pied cube d'étain pur de Cornouailles, fondu et non battu, pèse, suivant M. Brisson, 510 livres 6 onces 2 gros 68 grains; et lorsque ce même étain est

très-rarement mêlé avec l'argent, et ne se trouve point avec l'or: nulle part il ne se présente sous sa forme métallique; et quoiqu'il y ait d'assez grandes variétés dans ses mines, elles sont toutes plus ou moins mêlées d'arsenic. On en connoît deux sortes principales: la mine en pierre vitreuse ou roche quarzeuse, dans laquelle l'étain est disséminé, comme le fer l'est dans ses mines primordiales; et la mine cristallisée, qui est ordinairement plus riche que la première.

Les cristaux de ces mines d'étain sont très-apparens, très-distincts, et ont quelquefois plus d'un pouce de longueur. Dans chaque minière, et souvent dans la même, ils sont de couleurs différentes; il y en a de noirs, de blancs, de jaunes, et de rouges comme le grenat: les cristaux noirs sont les plus communs et les plus riches en métal. Il paroît que le foie de soufre, qui noircit la surface de l'étain, a eu part à la minéralisation de ces mines en cristaux noirs. Quelques-unes de ces mines donnent soixante-dix et jusqu'à quatre-vingts livres d'étain par quintal: les cristaux blancs pèsent plus qu'aucun des autres, et cependant ils ne rendent que trente ou quarante livres de métal par cent. Dans les mines de Saxe, les cristaux rouges et les jaunes sont plus rares que les noirs et les blancs. Toutes ces mines en cristaux se réduisent aisément en étain par la simple addition de quelques matières inflammables; ce qui démontre que ce ne sont que des chaux, c'est-à-dire, du métal calciné, et qui s'est ensuite cristallisé par l'intermède de l'eau.

Dans la seconde sorte de mines d'étain, c'est-à-dire, dans celles qui sont en pierre ou roche, le métal ou plutôt la chaux de l'étain est si intimement incorporée avec la pierre, que ces mines sont très-dures et très-difficiles à fondre. La plupart des mines de Cornouailles en Angleterre, celles de Bohème, et quelques-unes de la Saxe, sont de cette nature; elles se trouvent quelquefois mêlées de mines en cristaux; mais d'ordinaire ces mines en pierre sont seules, et se trouvent en filons, en couches, en rognons, en grenailles; souvent le roc qui les renferme est si dur, qu'on ne peut le faire éclater qu'en le pétardant avec la poudre, et qu'on est

---

battu ou écroui, le pied cube pèse 510 livres 15 onces 2 gros 45 grains; ce qui démontre que ce métal n'est que peu susceptible de compression. L'étain de Melac ou de Malaca, fondu et non battu, pèse, le pied cube, 510 livres 11 onces 6 gros 61 grains; et lorsqu'il est battu ou écroui, il pèse 511 livres 7 onces 2 gros 17 grains: ainsi cet étain de Malaca peut se comprimer un peu plus que l'étain de Cornouailles. La pesanteur spécifique de l'étain fin et de l'étain commun est beaucoup plus grande, parce que ces étains sont plus ou moins alliés de cuivre et de plomb.

quelquefois obligé de le calciner auparavant pour l'attendrir, en faisant un grand feu pendant plusieurs jours dans l'excavation de la mine; ensuite, lorsqu'on en a tiré les blocs, on est obligé de les faire griller avant de les broyer sous le bocard, où la mine se lave en même temps qu'elle se réduit en poudre; et il faut encore faire griller cette poudre métallique avant qu'on puisse la réduire en métal.

Si la mine d'étain, ce qui est assez rare, se trouve mêlée d'argent, on ne peut séparer ces deux métaux qu'en faisant vitrifier l'étain [1] : si elle est mêlée de minerai de cuivre, la mine d'étain, plus pesante que celle du cuivre, s'en sépare par le lavage; mais lorsqu'elle est mêlée avec la mine de fer, on n'a pas trouvé d'autre moyen de séparer ces deux métaux qu'en les broyant à sec, et en tirant ensuite le fer au moyen de l'aimant.

Après que le minerai d'étain a été grillé et lavé, on le porte au fourneau de fusion, qu'on a eu soin de bien chauffer auparavant; on le remplit en parties égales de charbon et de mine humectée; on donne le feu pendant dix ou douze heures, après quoi l'on perce le creuset du fourneau pour laisser couler l'étain, qu'on reçoit dans des lingotières; on recueille aussi les scories pour les refondre et en retirer le métal qu'elles ont retenu, et qu'on ne peut obtenir en entier que par plusieurs fusions. En Saxe, l'on fond ordinairement dix-huit ou vingt quintaux de mine en vingt-quatre heures : mais il est très-nécessaire de faire bien griller et cal-

---

[1] De tous les moyens que l'on indique pour séparer l'argent de l'étain, le meilleur et le plus simple est d'employer le fer. M. Grosse a trouvé ce moyen en essayant une sorte de plomb, pour voir s'il pouvoit être employé aux coupelles; car on s'étoit aperçu qu'il étoit allié d'étain. Il jeta dessus de la limaille de fer, et donna un bon feu..... En peu de temps le plomb se couvrit d'une nappe formée par l'étain et le fer; alors il est bon d'ajouter un peu de sel alcali fixe pour faciliter la séparation de ces scories d'avec le régule. Cette pratique peut être employée à séparer l'étain de l'argent : mais, avant d'y ajouter le fer, il faut y mettre le plomb; sans quoi la fonte se feroit difficilement, et même imparfaitement, parce que l'étain se calcineroit sans se séparer de l'argent. Il n'y a point de meilleur moyen de remédier aux coupelles dont le plomb se hérisse ou végète à l'occasion de l'étain.

Mais si l'on avoit de l'or et de l'argent alliés d'étain, il faudroit calciner vivement ces métaux dans un creuset, afin de vitrifier l'étain; et ensuite, pour enlever ce verre d'étain, ou même pour perfectionner sa vitrification, il suffiroit de jeter dans le creuset un peu de verre de plomb. (M. Grosse, cité par M. Hellot, dans le *Traité de la fonte des mines* de Schlutter, tome I, page 226.)

Ce procédé pour la calcination de l'étain ne peut se faire dans un creuset que très-lentement et par une manœuvre pénible, au lieu que cette opération se fait facilement, promptement et complétement, sur un têt à rôtir. (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

ciner le minerai avant de le porter au fourneau de fusion, afin d'en faire sublimer, autant qu'il est possible, l'arsenic, qui s'y trouve si intimement mêlé, qu'on n'a pu trouver encore le moyen de l'enlever en entier et de le séparer parfaitement de l'étain; et comme les mines de ce métal sont toutes plus ou moins arsenicales, il faut non-seulement les griller, les broyer et les laver une première fois, mais réitérer ces mêmes opérations deux, trois et quatre fois, selon que le minerai est plus ou moins chargé d'arsenic, qui, dans l'état de nature, paroît faire partie constituante de ces mines. Ainsi l'étain et l'arsenic, dès les premiers temps de la formation des mines par l'action du feu primitif, ont été incorporés ensemble; et comme il ne faut qu'un très-médiocre degré de chaleur pour tenir l'étain en fusion, il aura été entièrement calciné par la violente chaleur du feu primitif; et c'est par cette raison qu'on ne le trouve nulle part dans le sein de la terre sous sa forme métallique; et comme il a plus d'affinité avec l'arsenic qu'avec toute autre matière, leurs parties calcinées et leurs vapeurs sublimées se seront mutuellement saisies, et ont formé les mines primordiales, dans lesquelles l'étain n'est mêlé qu'avec l'arsenic seul : celles qui contiennent des parties pyriteuses sont de seconde formation, et ne se sont établies qu'après les premières; elles doivent, comme toutes les mines pyriteuses, leur formation et leur position à l'action et au mouvement des eaux. Les premières mines d'étain se trouvent par cette raison en filons dans les montagnes quarzeuses produites par le feu, et les secondes dans les montagnes à couches formées par le dépôt des eaux.

Lorsque l'on jette la mine d'étain au fourneau de fusion, il faut tâcher de la faire fondre le plus vite qu'il est possible, pour empêcher la calcination du métal, qu'on doit aussi avoir soin de couvrir de poudre de charbon au moment qu'il est réduit en fonte; car à peine est-il en fusion, que sa surface se change en chaux grise, qui devient blanche en continuant le feu. Cette chaux, dans le premier état, s'appelle *cendre d'étain,* et dans le second on la nomme *potée*. Lorsque cette dernière chaux ou potée d'étain a été bien calcinée, elle est aussi réfractaire au feu que les os calcinés : on ne peut la fondre seule qu'à un feu long et très-violent; elle s'y convertit en un verre laiteux, semblable par la couleur à la calcédoine; et lorsqu'on la mêle avec du verre, elle entre, à la vérité, dans l'émail qui résulte de cette fusion, mais sans être vitrifiée. C'est avec cette potée d'étain, mêlée de matières vitrifiables, que l'on fait l'émail le plus blanc de nos belles faïences.

Lorsque les mines d'étain contiennent beaucoup d'arsenic, et

qu'on est obligé de les griller et calciner à plusieurs reprises, on recueille l'arsenic en faisant passer la fumée de cette mine en calcination par des cheminées fort inclinées : les parties arsenicales s'attachent aux parois de ces cheminées, dont il est ensuite aisé de les détacher en les raclant.

On peut imiter artificiellement ces mines d'étain[1] en mêlant avec ce métal de l'arsenic calciné ; et même ce minéral ne manque jamais d'opérer la calcination de l'étain, et de se mêler intimement avec sa chaux lorsqu'on le traite au feu avec ce métal ; ce qui nous prouve que c'est de cette manière que la Nature a produit ces mines d'étain, et que c'est à la calcination de ces deux substances par le feu primitif qu'est due leur origine : les parties métalliques de l'étain se seront réunies avec l'arsenic, et de la décomposition de ces mines par les élémens humides, ont résulté les mines de seconde formation, qui toutes sont mêlées de pyrites décomposées et d'arsenic. Ainsi, dans toutes ces mines, l'étain n'est ni dans son état de métal, ni même minéralisé par les principes du soufre ; il est toujours dans son état primitif de chaux, et il est simplement uni avec l'arsenic. Dans les mines de seconde formation, la chaux d'étain est non-seulement mêlée d'arsenic, mais encore de fer et de quelques autres matières métalliques, telles que le cuivre, le zinc et le cobalt.

La Nature n'ayant produit l'étain qu'en chaux, et point du tout sous sa forme métallique, c'est uniquement à nos recherches et à notre art que nous devons la connoissance et la jouissance de ce métal utile. Il est d'un très-beau blanc, quoique moins brillant que l'argent ; il a peu de dureté ; il est même, après le plomb, le plus mou des métaux : on est obligé de mêler un peu de cuivre avec l'étain, pour lui donner la fermeté qu'exigent les ouvrages qu'on en veut faire ; par ce mélange, il devient d'autant plus dur qu'on augmente davantage la proportion du cuivre ; et lorsqu'on mêle avec ce dernier métal une certaine quantité d'étain, l'alliage qui en résulte, auquel on donne le nom d'*airain* ou de *bronze*, est beaucoup plus dur, plus élastique et plus sonore que le cuivre même.

Quoique tendre et mou lorsqu'il est pur, l'étain ne laisse pas de conserver un peu d'aigreur ; car est il moins ductile que les métaux plus durs, et il fait entendre, lorsqu'on le plie, un petit cri ou

[1] M. Monnet fait entrer du fer en quantité dans la composition de la mine artificielle d'étain. On pourroit donc croire, avec quelque fondement, qu'il en est de l'étain comme du cuivre, et que l'arsenic ne leur adhère si fortement que par le fer que les mines de ces deux métaux contiennent.

craquement qui n'est produit que par le frottement entre ses parties constituantes, et qui semble annoncer leur désunion : cependant on a quelque peine à le rompre, et on peut le réduire en feuilles assez minces, quoique la ténacité ou la cohérence de ses parties ne soit pas grande; car un fil d'étain d'un dixième de pouce de diamètre se rompt sous moins de cinquante livres de poids : sa densité, quoique moindre que celle des cinq autres métaux, est cependant proportionnellement plus grande que sa ténacité; car un pied cube d'étain pèse cinq cent dix ou cinq cent onze livres. Au reste, la pesanteur spécifique de l'étain qui est dans le commerce, varie suivant les différens endroits où on le fabrique; celui qui nous vient d'Angleterre est plus pesant que celui d'Allemagne et de Suède.

L'étain rend par le frottement une odeur désagréable; mis sur la langue, sa saveur est déplaisante : ces deux qualités peuvent provenir de l'arsenic, dont il est très-rare qu'il soit entièrement purgé; l'on s'en aperçoit bien par la vapeur que ce métal répand en entrant en fusion; c'est une odeur à peu près semblable à celle de l'ail, qui, comme l'on sait, caractérise l'odeur des vapeurs arsenicales.

L'étain résiste plus que les autres métaux imparfaits à l'action des élémens humides; il ne se convertit point en rouille comme le fer, le cuivre et le plomb; et quoique sa surface se ternisse à l'air, l'intérieur demeure intact, et sa superficie se ternit d'autant moins qu'il est plus épuré : mais il n'y a point d'étain pur dans le commerce; celui qui nous vient d'Angleterre est toujours mêlé d'un peu de cuivre, et celui que l'on appelle *étain fin* ne laisse pas d'être mêlé de plomb.

Quoique l'étain soit le plus léger des métaux, sa mine, dans laquelle il est toujours en état de chaux, est spécifiquement plus pesante qu'aucune de celles des autres métaux minéralisés, et il paroît que cette grande pesanteur provient de son intimité d'union avec l'arsenic; car, en traitant ces mines, on a observé que les plus pesantes sont celles qui contiennent en effet une plus grande quantité de ce minéral. Les minerais d'étain, soit en pierre, soit en cristaux, soit en poudre ou sablon, sont donc toujours mêlés d'arsenic; mais souvent ils contiennent aussi du fer. Ils sont de différentes couleurs; les plus communs sont les noirs et les blancs : mais lorsqu'on les broie, leurs couleurs s'exaltent, et ils deviennent plus ou moins rouges par cette comminution. Au reste, les sables ou poudres métalliques qu'on trouve souvent dans les mines d'étain, n'en sont que des détrimens; et quelquefois ces

détrimens sont si fort altérés, qu'ils ont perdu toute consistance, et presque toutes les propriétés métalliques. Les mineurs ont appelé *mundick* cette poussière qu'ils rejettent comme trop appauvrie, et dont en effet on ne peut tirer avec beaucoup de travail qu'une très-petite quantité d'étain; la substance de ce mundick n'est, pour la plus grande partie, que de l'arsenic décomposé.

Comme l'étain ne se trouve qu'en quelques contrées particulières, et que ses mines en général sont assez difficiles à extraire et à traiter, on peut croire avec fondement que ce métal n'a été connu et employé que long-temps après l'or, l'argent et le cuivre, qui se sont présentés dès les premiers temps sous leur forme métallique. On peut dire la même chose du plomb et du fer; ces métaux n'ont vraisemblablement été employés que les derniers. Néanmoins la connoissance et l'usage des six métaux datent de plus de trois mille cinq cents ans; ils sont tous nommés dans les livres sacrés : les armes d'Achille, faites par Vulcain, étoient de cuivre allié d'étain [1]. Les Hébreux et les anciens Grecs ont donc employé ce dernier métal [2]; et comme les grandes Indes leur étoient inconnues, et qu'ils n'avoient commerce avec les nations étrangères que par les Phéniciens [3], il est à présumer qu'ils tiroient cet étain d'Angleterre, ou qu'il y avoit dans ce temps des mines de ce métal en exploitation dans l'Asie mineure, lesquelles depuis ont été abandonnées [4]. Actuellement on ne connoît en Europe, ou plutôt on ne travaille les mines d'étain qu'en Angleterre et en quelques provinces de l'Allemagne; ces mines sont très-abondantes et comme accumulées les unes auprès des autres dans ces contrées : ce n'est pas qu'il n'y en ait ailleurs; mais elles sont si pauvres en

---

[1] Homère nous dit aussi que les héros de Troie couvroient de plaques d'étain la tête des chevaux attelés à leur char de bataille : mais il ne paroît pas qu'au temps du siége de Troie, les Grecs se servissent de vases d'étain sur leur table; car Homère, si fidèle à représenter toutes les coutumes, ne dit rien à ce sujet, tandis qu'il fait plus d'une fois mention des chaudrons d'airain dans lesquels les capitaines et les soldats faisoient cuire leur viande.

[2] Les anciens Romains se servoient de miroirs d'étain que l'on fabriquoit à Brindes, et il y a toute apparence que cet étain étoit mêlé de bismuth. *Specula ex stanno laudatissima Brundusii temperabantur, donec argenteis uti cœpere et ancillæ.* (Plin. lib. XXXIV, cap. 17.)

[3] Le prophète Ezéchiel, en s'adressant à la ville de Tyr, lui dit : « Les Carthaginois trafiquoient avec vous; ils vous apportoient toutes sortes de richesses, et « remplissoient vos marchés d'argent, de plomb et d'étain. » (Chapitre XXVII, verset 12.)

[4] Woodward prétend, peut-être pour l'honneur de sa nation, que les anciens Bretons faisoient commerce avec les Phéniciens, et leur fournissoient de l'étain dès la plus haute antiquité; mais ce savant naturaliste ne cite pas les garans de ce fait.

comparaison de celles de Cornouailles en Angleterre, et de celles de Bohème et de Saxe, qu'on les a négligées ou tout-à-fait oubliées.

En France, on a reconnu des mines d'étain dans la province de Bretagne; et comme elle n'est pas fort éloignée de Cornouailles, il paroît qu'on pourroit y chercher ces mines avec espérance de succès : on en a aussi trouvé des indices en Anjou, au Gévaudan, et dans le comté de Foix; on en a reconnu en Suisse : mais aucune de ces mines de France et de Suisse n'a été suivie ni travaillée. En Suède, on a découvert et exploité deux mines d'étain qui se sont trouvées assez riches en métal : mais les plus riches de toute l'Europe sont celles des provinces de Cornouailles et de Devon en Angleterre, et néanmoins ces mines paroissent être de seconde ou de troisième formation; car on y a trouvé des débris de végétaux, et même des arbres entiers : elles sont en couches ou veines très-voisines, et d'une longue étendue, toutes dans la même direction de l'est à l'ouest, comme sont aussi toutes les veines de charbon de terre et autres matières anciennement entraînées et déposées par le mouvement des mers; et ces veines d'étain courent, pour la plupart, à la surface du terrain, et ne descendent guère qu'à quarante ou cinquante toises de profondeur; elles gisent dans des montagnes à couches de médiocre hauteur; et leurs débris, entraînés par les eaux pluviales, se retrouvent dans les vallons en si grande quantité, qu'il y a souvent plus de profit à les ramasser qu'à fouiller les mines dont ils proviennent. Ces veines très-longues en étendue n'ont que peu de largeur; il y en a qui n'ont que quelques pouces, et les plus larges n'ont que six ou sept pieds : elles sont dans un roc dur, dans lequel on trouve quelquefois des cristaux blancs et transparens, qu'on nomme improprement *diamans de Cornouailles*. M. Jars et M. le baron de Dietrich, qui ont observé la plupart de ces mines, ont reconnu qu'elles étoient quelquefois mêlées de minerais de cuivre, et que souvent les mines de cuivre sont voisines de celles d'étain; et on a remarqué de plus que, comme toutes les mines d'étain contiennent de l'arsenic, les vapeurs qui s'élèvent de leurs fosses sont très-nuisibles, et quelquefois mortelles.

De temps immémorial, les Anglais ont su tirer grand parti de leurs mines d'étain; ils savent les traiter pour le plus grand profit : ils ne font pas de commerce ni peut-être d'usage de l'étain pur; ils le mêlent toujours avec une petite quantité de plomb ou de cuivre. « Lorsque la mine d'étain, dit M. Geoffroy, a reçu toutes « les préparations qui doivent la disposer à être fondue, on pro-« cède à cette dernière opération dans un fourneau à manche......

« On refond cet étain, qui est en gâteaux, pour le couler dans des « moules de pierre carrés et oblongs, et c'est ce qu'on appelle « *saumons*......... Ces saumons sont plus ou moins fins, suivant « les endroits où l'on en coupe pour faire des épreuves : le dessus « ou la *crème* du saumon est très-douce, et si pliante, qu'on ne « peut la travailler seule; on est obligé d'y mêler du cuivre, dont « elle peut porter jusqu'à trois livres sur cent, et quelquefois « jusqu'à cinq livres. Le milieu du saumon est plus dur, et ne « peut porter que deux livres de cuivre; et le fond est si aigre, « qu'il y faut joindre du plomb pour le travailler. L'étain ne sort « point d'Angleterre dans sa pureté naturelle, ou tel qu'il a coulé « dans le fourneau; il y a des défenses très-rigoureuses de le trans- « porter dans les pays étrangers, avant qu'il ait reçu l'alliage porté « par la loi. »

Quelques-uns de nos habiles chimistes, et particulièrement MM. Bayen et Charlard, ont fait un grand nombre d'expériences sur les différens étains qui sont dans le commerce; ils ont reconnu que l'étain d'Angleterre en gros saumons, ainsi qu'en petits lingots, mis dans une retorte, ou dans un vaisseau clos, pour subir l'action du feu, laisse échapper une petite quantité de matière blanche qui s'attache au col de la retorte, et *qui n'est point du tout arsenicale :* ils ont trouvé que cet étain n'est pas allié de cuivre pur, mais de laiton; car ils en ont tiré non-seulement un sel à base de cuivre, mais un nitre à base de zinc. Cette dernière remarque de MM. Bayen et Charlard s'accorde très-bien avec l'observation de M. Jars, qui dit qu'outre le plomb et le cuivre, les ouvriers mêlent quelquefois du zinc avec l'étain, et qu'ils préfèrent la limaille du laiton; qu'il n'en faut qu'une demi-livre sur trois cents pesant d'étain pour le dégraisser, c'est-à-dire, pour le rendre facile à planer : mais je ne puis me persuader que cette poudre blanche que l'étain laisse échapper, ne soint point du tout arsenicale, puisqu'elle s'est sublimée, et que ce n'est point une simple chaux; et quand même ce ne seroit qu'une chaux d'étain, elle contiendroit toujours de l'arsenic. D'ailleurs, en traitant cet étain d'Angleterre avec l'eau régale, ou seulement avec l'acide marin, ces habiles chimistes ont trouvé qu'il contenoit une petite quantité d'arsenic : ceci paroît donc infirmer leur première assertion sur cette *matière blanche qui s'attache au col de la retorte, et qu'ils disent n'être nullement arsenicale.* Quoi qu'il en soit, on leur a obligation d'avoir recherché quelle pouvoit être la quantité d'arsenic contenue dans l'étain dont nous faisons usage; ils

se sont assurés qu'il n'y en a tout au plus qu'un grain sur une once; et l'on peut, en suivant leurs procédés, connoître au juste la quantité d'arsenic que tout étain contient.

Les mines d'étain de Saxe, de Misnie, de Bohème et de Hongrie, gisent, comme celles d'Angleterre, dans les montagnes à couches, et à une médiocre profondeur : elles ne sont ni aussi riches ni aussi étendues que celles de Cornouailles; l'étain qu'on en tire est néanmoins aussi bon, et même les Allemands prétendent qu'il est meilleur pour l'étamage : on peut douter que cette prétention soit fondée, et le peu de commerce qui se fait de cet étain d'Allemagne, prouve assez qu'il n'est pas supérieur à celui d'Angleterre.

Les cantons où se trouvent les meilleures mines de Saxe, sont les montagnes de Masterberg vers Boles-schau : les veines sont à vingt-quatre toises de profondeur dans des rochers d'ardoise; elles n'ont qu'une toise en largeur. Une de ces mines d'étain est couchée sur une mine très-riche de cuivre, que l'on en sépare en la cassant; une autre à Breytenbrun vers la ville de Georgenstadt, qui est fort riche en étain, est néanmoins mêlée d'une grande quantité de fer, que l'on en tire au moyen de l'aimant, après l'avoir réduite en poudre. Le canton de Furstenberg est entouré de mines d'étain; et dans le centre de cette même contrée, il y a des mines d'argent. Les mines d'étain d'Eibenstok s'étendent dans une longueur de quelques lieues, et se fouillent à dix toises de profondeur; elles sont mêlées de fer, et on y a quelquefois trouvé des paillettes d'or. Toute la montagne de Goyer est remplie de mines d'étain; mais le roc qui les renferme est si dur, qu'on est obligé de le faire calciner par le feu avant d'en tirer les blocs. On trouve aussi des mines d'étain à Schneeberg. Enfin à Anersberg, la plus haute montagne de toute la Saxe, il y en a une à vingt-huit toises de profondeur sur trois toises de largeur, dans un rocher d'ardoise : cette mine a produit en 1741 cinq cents quintaux d'étain.

En Bohème, à trois quarts de lieue de Platen, il se trouve une mine d'étain voisine d'une mine de fer, qui toutes deux sont dans un banc de grès à gros grains; et comme le minerai d'étain est mêlé de parties ferrugineuses, on le fait griller, après l'avoir broyé, pour en séparer le fer au moyen de l'aimant. Il se trouve aussi des mines d'étain dans le district d'Ellebagen et dans celui de Salznet; une autre à Schlac-Kenwald, qui s'enfonce assez profondément. Enfin il y a aussi quelques veines d'étain dans les mines de Hongrie. On assure de même qu'il s'en trouve en Po-

logne : mais nous n'avons aucune notice assez circonstanciée de ces mines pour pouvoir en parler.

L'Asie est peut-être plus riche que l'Europe en étain : il s'en trouve en abondance à la Chine, au Japon et à Siam; il y en a aussi à Macassar, à Malaca, Banca, etc. Cependant les Asiatiques ne font pas de ce métal autant d'usage que les Européens; ils ne s'en servent guère que pour étamer le cuivre, ou faire de l'airain en alliant ces deux métaux ensemble : mais ils font commerce de l'étain avec nous; et cet étain qui nous vient des Indes, est plus fin que celui que nous tirons de l'Angleterre, parce qu'il est moins allié; car l'on a observé que, dans leur état de pureté, ces étains d'Angleterre et des Indes sont également souples et difficiles à rompre. Cette flexibilité tenace donne un moyen facile de reconnoître si l'étain est purgé d'arsenic; car dès qu'il contient une certaine quantité de cette mauvaise matière, il se rompt facilement.

Ainsi l'étain, comme tous les métaux, est un dans la Nature, et les étains qui nous viennent de différens pays ne diffèrent entre eux que par le plus ou moins de pureté; ils seroient absolument les mêmes s'ils étoient dépouillés de toute matière étrangère : mais comme ce métal, lorsqu'il est pur, ne peut être employé que pour l'étamage, et qu'il est trop mou pour pouvoir le planer et le travailler en lames, on est obligé de l'allier avec d'autres matières métalliques pour lui donner de la fermeté, et c'est par cette raison que dans le commerce il n'y a point d'étain pur.

Nous n'avons que peu ou point de connoissances des mines d'étain qui peuvent se trouver en Afrique; les voyageurs ont seulement remarqué quelques ouvrages d'étain chez les peuples de la côte de Natal, et il est dit dans les *Lettres édifiantes* qu'au royaume de Queba il y a de l'étain aussi blanc que celui d'Angleterre, mais qu'il n'en a pas la solidité, et qu'on en fabrique des pièces de monnoie, qui pèsent une livre et ne valent que sept sous : cet étain qui n'a pas la solidité de celui d'Angleterre, est sans doute de l'étain dans son état de pureté.

En Amérique, les Mexicains ont autrefois tiré de l'étain des mines de leur pays : on en a trouvé au Chili, dans le corrégiment de Copiago. Au Pérou, les Incas en ont fait exploiter cinq mines dans le district de Charcas. « Il s'est trouvé quelquefois, dit Al-« phonse Barba, des minerais d'argent dans les mines d'étain, et « toujours quantité de minerais de cuivre. » Il ajoute « qu'une « des quatre principales veines de la mine de Potosi s'appelle « *étain*, à cause de la quantité de ce métal qu'on trouve sur la

« superficie de la veine, laquelle peu à peu devient tout argent. »
On voit encore par cet exemple que l'étain, comme le plus léger des métaux, les a presque toujours surmontés dans la fusion ou calcination par le feu primitif, et que les mines primordiales de ce métal servent, pour ainsi dire, de toit ou de couvert aux mines des autres métaux plus pesans.

L'étain s'allie par la fusion avec toutes les matières métalliques : il gâte l'argent, et l'or surtout, en leur ôtant leur ductilité, et ce n'est qu'en le calcinant qu'on peut le séparer de ces deux métaux; il diminue aussi la ductilité du cuivre, et rend ces trois métaux aigres, sonores et cassans : il donne au plomb de l'aigreur et de la fermeté; il s'unit très-bien au fer chauffé à un degré de chaleur médiocre; et lorsqu'on le mêle par la fusion avec le fer, il ne le rend pas sensiblement plus aigre. Les métaux les plus ductiles sont ceux dont l'étain détruit le plus facilement la ténacité; il ne faut qu'une très-petite dose d'étain pour altérer l'or et l'argent, tandis qu'il faut le mêler en assez grande quantité avec le cuivre et le plomb pour les rendre aigres et cassans. En fondant l'étain à partie égale avec le plomb, l'alliage est ce que les plombiers appellent de la *soudure*, et ils l'emploient en effet pour souder leurs ouvrages en plomb. Au reste, cet alliage mi-partie de plomb et d'étain ne laisse pas d'avoir un peu de ductilité.

L'étain mêlé par la fusion avec le bismuth, qui se fond encore plus aisément que ce métal, en devient plus solide, plus blanc et plus brillant; et c'est probablement cet alliage de bismuth et d'étain que l'on connoît aux Indes sous le nom de *tutunac*.

Le régule d'antimoine donne à l'étain beaucoup de dureté, et le rend en même temps très-cassant; il n'en faut qu'une partie sur trois cents d'étain pour lui donner de la rigidité, et l'on ne peut employer ce mélange que pour faire des cuillers, fourchettes et autres ouvrages qui ne vont point sur le feu.

L'alliage de l'étain avec le zinc est d'une pesanteur spécifique moindre que la somme du poids des deux, tandis que l'alliage du zinc avec tous les autres métaux est au contraire d'une pesanteur spécifique plus grande que celle des deux matières prises ensemble.

L'étain s'unit avec l'arsenic et avec le cobalt; il devient par ces mélanges plus dur, plus sonore et plus cassant. MM. Bayen et Charlard assurent qu'il ne faut qu'une deux cent cinquante-sixième partie d'arsenic fondue avec l'étain pour le rendre aigre et hors d'état d'être employé par les ouvriers. Si l'on mêle une partie d'arsenic sur cinq d'étain pur, l'alliage est si fragile, qu'on

ne peut l'employer à aucun usage, et une partie sur quinze forme un alliage qui présente de grandes facettes assez semblables à celles du bismuth, et qui est plus friable que le zinc, et moins fusible que l'étain.

Ainsi l'étain peut s'allier avec tous les métaux et les demi-métaux, et l'ordre de ses affinités est le fer, le cuivre, l'argent et l'or; et quoiqu'il se mêle très-bien par la fusion avec le plomb, il a moins d'affinité avec ce métal qu'avec les quatre autres.

L'étain n'a aussi que peu d'affinité avec le mercure; cependant ils adhèrent ensemble dans l'étamage des glaces : le mercure reste interposé entre la feuille d'étain et le verre; il donne aux glaces la puissance de réfléchir la lumière avec autant de force que le métal le mieux poli : cependant il n'adhère au verre que par simple contact, et son union avec la feuille d'étain est assez superficielle; ce n'est point un amalgame aussi parfait que celui de l'or ou de l'argent, et *les boules de mercure*, auxquelles on attribue la propriété de purifier l'eau, sont moins un alliage ou un amalgame qu'un mélange simple et peu intime d'étain et de mercure.

L'étain s'unit au soufre par la fusion, et le composé qui résulte de cette mixtion est plus difficile à fondre que l'étain ou le soufre pris séparément.

Tous les acides agissent sur l'étain, et quelques-uns le dissolvent avec la plus grande énergie : on peut même dire qu'il est non-seulement dissous, mais calciné, par l'acide nitreux; et cet exemple, comme nombre d'autres, démontre assez que les acides n'agissent que par le feu qu'ils contiennent [1]. Le feu de l'acide nitreux exerce son action avec tant de violence sur l'étain, qu'il le fait passer, sans fusion, de son état de métal à celui d'une chaux tout aussi blanche et tout aussi peu fusible que la *potée*, ou chaux produite par l'action d'un feu violent; et quoique cet acide semble dévorer ce mé-

---

[1] Je ne dois pas dissimuler que la raison des chimistes est ici bien différente de la mienne : ils disent que c'est en prenant le phlogistique de l'étain que l'acide nitreux le calcine, et ils prétendent le prouver, parce que, dans cette opération, l'acide prend les mêmes propriétés que lui donne le charbon, et que l'étain qui a passé dans l'acide nitreux, quoique non dissous, ne se laisse plus dissoudre, et que par conséquent, en supposant dans cette opération que l'étain fût calciné par le feu de l'acide, il devroit brûler de nouveau, et que cependant il est de fait que la chaux d'étain et l'acide nitreux n'ont plus aucune action l'un sur l'autre. Cette raison des chimistes est tirée de leur système sur le phlogistique, qu'ils mettent en jeu partout, et lors même qu'il n'en est nul besoin. L'étain contient sans doute du feu et de l'air fixe, comme tous les autres métaux; mais ici le feu contenu dans l'acide nitreux suffit, comme tout autre feu étranger, pour produire la calcination de ce métal, sans rien emprunter de son phlogistique.

tal, il le rend néanmoins avec autant de facilité qu'il s'en est saisi ; il l'abandonne en s'élevant en vapeurs, et il conserve si peu d'adhésion avec cette chaux métallique, qu'on ne peut pas en former un sel. Le nitre projeté sur l'étain en fusion s'enflamme avec lui, et hâte sa calcination, comme il hâte aussi celle des autres métaux qui peuvent se calciner ou brûler.

L'acide vitriolique, au contraire, ne dissout l'étain que lentement et sans effervescence; il faut même qu'il soit aidé d'un peu de chaleur pour que la dissolution commence; et pendant qu'elle s'opère, il se forme du soufre qui s'élève en vapeurs blanches, et qui quelquefois surnage la liqueur comme de l'huile, et se précipite par le refroidissement. Cette dissolution de l'étain par l'acide vitriolique donne un sel composé de cristaux en petites aiguilles entrelacées.

L'acide marin exige plus de chaleur que l'acide vitriolique pour dissoudre l'étain; il faut que ce premier acide soit fumant; les vapeurs qui s'élèvent pendant cette dissolution assez lente, ont une odeur arsenicale: la liqueur de cette dissolution est sans couleur, et limpide comme de l'eau; elle se change presque toute entière en cristaux par le refroidissement. « L'étain, dit M. de Morveau, « a une plus grande affinité avec l'acide marin que plusieurs autres « substances métalliques, et même que l'argent, le mercure et « l'antimoine, puisqu'il décompose leurs sels. L'étain, mêlé avec « le sublimé corrosif, dégage le mercure, même sans le secours « de la chaleur, et l'on tire de ce mélange, à la distillation, un « esprit de sel très-fumant, connu sous le nom de *liqueur de Li-* « *bavius.* » Au reste, les cristaux qui se forment dans la dissolution de l'étain par l'acide marin, se résolvent en liqueur par la plus médiocre chaleur, et même par celle de la température de l'air en été.

L'eau régale n'a pas besoin d'être aidée de la chaleur pour attaquer l'étain; elle le dissout même en grande quantité. Une eau régale, faite de deux parties d'acide nitreux et d'une partie d'acide marin, dissout très-bien moitié de son poids d'étain en grenailles, même à froid : en délayant cette dissolution dans une grande quantité d'eau, l'étain se sépare de l'acide sous la forme d'une chaux blanche; et lorsqu'on mêle cette dissolution avec une dissolution d'or faite de même par l'eau régale, et qu'on les délaye dans une grande quantité d'eau, il se forme un précipité couleur de pourpre, connu sous le nom de *pourpre de Cassius,* et précieux par l'usage qu'on en fait pour les émaux. L'étain a donc non-seulement la puissance d'altérer l'or dans son état de métal, mais

même d'en faire une espèce de chaux dans sa dissolution ; ce qu'aucun autre agent de la Nature, ni même l'art, ne peuvent faire. C'est aussi avec cette dissolution d'étain dans l'eau régale que l'on donne aux étoffes de laine la couleur vive et éclatante de l'écarlate ; sans cela le cramoisi et le pourpre de la *cochenille* et de la *gomme laque* ne pourroient s'exalter en couleur de feu.

Les acides végétaux agissent sur l'étain ; on peut même le dissoudre avec le vinaigre distillé ; la crème de tartre l'attaque plus foiblement ; l'alcali fixe en corrode la surface à l'aide d'un peu de chaleur : mais, selon M. de Morveau, il résiste constamment à l'action de l'alcali volatil.

Considérant maintenant les rapports de l'étain avec les autres métaux, nous verrons qu'il a tant d'affinité avec le fer et le cuivre, qu'il s'unit et s'incorpore avec eux sans qu'ils soient fondus ni même rougis à blanc ; ils retiendront l'étain fondu dès que leurs pores seront ouverts par la chaleur, et qu'ils commenceront à rougir ; l'étain enduira leur surface, y adhérera, et même il la pénétrera et s'unira à leur substance plus intimement que par un simple contact : mais il faut pour cela que leur superficie soit nette et pure, c'est-à-dire, nettoyée de toute crasse ou matière étrangère ; car en général les métaux ne contractent d'union qu'entre eux, et jamais avec les autres substances. Il faut de même que l'étain qu'on veut appliquer à la surface du fer ou du cuivre, soit purgé de toute matière hétérogène, et qu'il ne soit que fondu, et point du tout calciné ; et comme le degré de chaleur qu'on donne au fer et au cuivre pour recevoir l'étamage, ne laisseroit pas de calciner les parties de l'étain au moment de leur contact, on enduit ces métaux avec de la poix résine ou de la graisse qui revivifie les parties calcinées, et conserve à l'étain fondu son état de métal assez de temps pour qu'on puisse l'étendre sur toute la surface que l'on veut étamer.

Au reste, cet art de l'étamage, quoique aussi universellement répandu qu'anciennement usité [1], et qu'on n'a imaginé que pour parer aux effets funestes du cuivre, devroit néanmoins être proscrit, ou du moins soumis à un règlement de police, si l'on avoit plus de soin de la santé des hommes ; car les ouvriers mêlent ordinairement un tiers de plomb dans l'étain pour faire leur étamage sur le cuivre, que les graisses, les beurres, les huiles et les sels changent en vert-de-gris : or le plomb produit des effets à la vé-

[1] Pline en parle : *Stannum illitum æneis vasis sapores gratiores facit, et compescit æruginis virus.* (*Histoire naturelle*, lib. XXXIV, cap. 16.)

rité plus lents, mais tout aussi funestes que le cuivre. On ne fait donc que substituer un mal au mal qu'on vouloit éviter, et que même on n'évite pas en entier; car le vert-de-gris perce en peu de temps le mince enduit de l'étamage; et l'on seroit épouvanté si l'on pouvoit compter le nombre des victimes du cuivre dans nos laboratoires et nos cuisines. Aussi le fer est-il bien préférable pour ces usages domestiques; c'est le seul de tous les métaux imparfaits qui n'ait aucune qualité funeste: mais il noircit les viandes et tous les autres mets; il lui faut donc un étamage d'étain pur, et l'on pourroit, comme nous l'avons dit, s'assurer par l'eau régale s'il est exempt d'arsenic, et n'employer à l'étamage du fer que de l'étain épuré et éprouvé.

On se sert de résine, de graisse, et plus efficacement encore de sel ammoniac, pour empêcher la calcination de l'étain au moment de son contact avec le fer. En plongeant une lame de fer polie dans l'étain fondu, elle se couvrira d'un enduit de ce métal; et l'on a observé qu'en mettant de l'étain dans du fer fondu, ils forment ensemble de petits globules qui décrépitent avec explosion.

Au reste, lorsqu'on pousse l'étain, ou plutôt la chaux d'étain, à un feu violent, elle s'allume et produit une flamme assez vive après avoir fumé; on a recueilli cette fumée métallique qui se condense en poudre blanche. M. Geoffroy, qui a fait ces observations, remarque aussi que dans la chaux blanche ou potée d'étain il se forme quelquefois des parties rouges. Ce dernier fait me paroît indiquer qu'avec un certain degré de feu, on viendroit à bout de faire une chaux rouge d'étain, puisque ce n'est qu'avec un certain degré de feu bien déterminé, et ni trop fort ni trop foible, qu'on donne à la chaux de plomb le beau rouge du minium.

Nous ne pouvons mieux finir cet article de l'étain qu'en rapportant les bonnes observations que MM. Bayen et Charlard ont faites sur les différens étains qui sont dans le commerce. Ils en distinguent trois sortes: 1°. l'étain tel qu'il sort des fonderies, et sans mélange artificiel; 2°. l'étain allié dans les fonderies, suivant l'usage ou la loi des différens pays; 3°. l'étain ouvragé par les potiers. Ces habiles chimistes ont reconnu, par des comparaisons exactes et multipliées, que les étains de Malaca et de Banca, ainsi que celui qu'ils ont reçu d'Angleterre en petits échantillons de quatre à cinq onces, et aussi celui qui se vend à Paris sous le nom d'*étain doux*, ont tous le plus grand et le même éclat; qu'ils résistent également et long-temps aux impressions de l'air sans se ternir; qu'ils sont les uns et les autres si ductiles ou extensibles,

qu'on peut aisément les réduire sous le marteau en feuilles aussi minces que le plus fin papier, sans y faire de gerçure ; qu'on en peut plier une verge d'une ligne de diamètre, quatre-vingts fois à angle droit, sans la rompre; que le cri de ces étains doux est différent de celui des étains aigres; et qu'enfin ces étains doux, de quelques pays qu'ils viennent, sont tous de la même densité ou pesanteur spécifique.

DU PLOMB.

Le plomb, quoique le plus dense [1] des métaux après l'or, est le moins noble de tous; il est mou sans ductilité, et il a plus de poids que de valeur. Ses qualités sont nuisibles, et ses émanations funestes. Comme ce métal se calcine aisément, et qu'il est presque aussi fusible que l'étain, ils n'ont tous deux pu supporter l'action du feu primitif sans se convertir en chaux : aussi le plomb ne se trouve pas plus que l'étain dans l'état de métal; leurs mines primordiales sont toutes en nature de chaux ou dans un état pyriteux : elles ont suivi le même ordre, subi les mêmes effets dans leur formation; et la différence la plus essentielle de leurs minerais, c'est que celui du plomb est exempt d'arsenic, tandis que celui de l'étain en est toujours mêlé; ce qui semble indiquer que la formation des mines d'étain est postérieure à celle des mines de plomb.

La galène de plomb est une vraie pyrite, qui peut se décomposer à l'air comme les autres pyrites, et dans laquelle est incorporée la chaux du plomb primitif, qu'il faut revivifier par notre art pour la réduire en métal : on peut même imiter artificiellement cette pyrite ou galène en fondant du soufre avec le plomb; le mélange s'enflamme sur le feu, et laisse après la combustion une litharge en écailles, qui ne fond qu'après avoir rougi, et se réunit par la fusion en une masse noirâtre, disposée en lames minces et à facettes, semblables à celles de la galène naturelle : le foie de soufre convertit aussi la chaux de plomb en galène. Ainsi l'on ne peut guère douter que les galènes en général n'aient

[1] Selon M. Brisson, le pied cube de plomb fondu, écroui ou non écroui, pèse également 794 livres 10 onces 4 gros 44 grains : ainsi ce métal n'est susceptible d'aucune compression, d'aucun écrouissement, par la percussion.

originairement été des chaux de plomb, auxquelles l'action des principes du soufre aura donné cette forme de minéralisation.

Cette galène ou ce minerai de plomb affecte une figure hexaèdre presque cubique; sa couleur est à peu près la même que celle du plomb terni par l'air, seulement elle est un peu plus foncée et plus luisante; sa pesanteur approche aussi de celle de ce métal: mais la galène en diffère en ce qu'elle est cassante et feuilletée assez irrégulièrement; elle ne se présente que rarement en petites masses isolées[1], mais presque toujours en groupes de cubes appliqués assez régulièrement les uns contre les autres. Ces pyrites cubiques de plomb varient pour la grandeur; il y en a de si petites dans certaines mines, qu'on ne les aperçoit qu'à la loupe; et dans d'autres on en voit qui ont plus d'un demi-pouce en toutes dimensions. Il y a de ces mines dont les filons sont si minces, qu'on a peine à les apercevoir et à les suivre, tandis qu'il s'en trouve d'autres qui ont plusieurs pieds d'épaisseur; et c'est dans les cavités de ces larges filons que la galène est en groupes plus uniformes et en cubes plus réguliers. Le quarz est ordinairement mêlé avec ces galènes de première formation; c'est leur gangue naturelle, parce que la substance du plomb en état de chaux a primitivement été déposée dans les fentes du quarz, où l'acide est ensuite venu la saisir et la minéraliser. Souvent cette substance du plomb s'est trouvée mêlée avec d'autres minerais métalliques; car les galènes contiennent communément du fer et une petite quantité d'argent[2], et dans leurs groupes on voit souvent de petites masses interposées qui sont purement pyriteuses et ne contiennent point de plomb.

Comme ce métal se convertit en chaux, non-seulement par le feu, mais aussi par les élémens humides, on trouve quelquefois dans le sein de la terre des mines en céruse, qui n'est qu'une chaux de plomb produite par l'acide de l'humidité. Ces mines en céruse ne sont point pyriteuses comme la galène; presque toujours on les trouve mêlées de plusieurs autres matières métalliques qui ont été décomposées en même temps, et qui toutes sont de troisième formation; car, avant cette décomposition du plomb en céruse, on peut compter plusieurs degrés et nuances par lesquels

[1] M. de Grignon m'a dit avoir observé dans le Limosin une mine de plomb qui est en cristaux octaèdres, isolés ou groupés par une ou deux faces; cette mine gît dans du sable quarzeux légèrement agglutiné.

[2] On ne connoît guère que la mine de Willach en Carinthie qui ne contienne point d'argent; et on a remarqué qu'assez ordinairement plus les grains de la galène sont petits, et plus le minerai est riche en argent.



la galène passe de son premier état à des formes successives; d'abord elle devient chatoyante à sa surface; et à mesure qu'elle avance dans sa décomposition, elle perd de son brillant et prend des couleurs rougeâtres et verdâtres. Nous parlerons, dans la suite, de ces différentes espèces de mines, qui toutes sont d'un temps bien postérieur à celui de la formation de la galène, qu'on doit regarder comme la mère de toutes les autres mines de plomb.

La manière de traiter ces mines en galène, quoique assez simple, n'est peut-être pas encore assez connue. On commence par concasser le minerai; on le grille ensuite en ne lui donnant d'abord que peu de feu; on l'étend sur l'aire d'un fourneau qu'on chauffe graduellement; on remue la matière de temps en temps, et d'autant plus souvent qu'elle est en plus grande quantité. S'il y en a vingt quintaux, il faut un feu gradué de cinq ou six heures; on jette de la poudre de charbon sur le minerai, afin d'opérer la combustion des parties sulfureuses qu'il contient; ce charbon, en s'enflammant, emporte aussi l'air fixe de la chaux métallique; elle se réduit dès-lors en métal coulant à mesure qu'on remue le minerai et qu'on augmente le feu : on a soin de recueillir le métal dans un bassin, où l'on doit le couvrir aussi de poudre de charbon, pour préserver sa surface de toute calcination. On emploie ordinairement quinze heures pour tirer tout le plomb contenu dans vingt quintaux de mine, et cela se fait à trois reprises différentes. Le métal provenant de la première coulée, qui se fait au bout de neuf heures de feu, se met à part lorsque la mine de plomb contient de l'argent; car alors le métal qu'on recueille à cette premiere coulée, en contient plus que celui des coulées subséquentes. La seconde coulée se fait après trois autres heures de feu; elle est moins riche en argent que la première. Enfin la troisième et dernière, qui est aussi la plus pauvre en argent, se fait encore trois heures après; et cette manière d'extraire le métal à plusieurs reprises est très-avantageuse dans les travaux en grand, parce que l'on concentre, pour ainsi dire, par cette pratique, tout l'argent dans la première coulée, surtout lorsque la mine n'en contient qu'une petite quantité : ainsi on n'est pas obligé de rechercher l'argent dans la masse entière du plomb, mais seulement dans la portion de cette masse qui est fondue la première.

Nous avons en France plusieurs mines de plomb, dont quelques-unes sont fort abondantes et en pleine exploitation. Celles de la Croix en Lorraine donnent du plomb, de l'argent et du cuivre. Celle de Hargenthen, dans la Lorraine allemande, est remarquable en ce qu'elle se trouve mêlée avec du charbon de terre :

cette circonstance démontre assez que c'est une mine de seconde formation. Au *Val Sainte-Marie*, la mine a les couleurs de l'iris, et est en grains assez gros. Celles de Sainte-Marie-aux-mines et celles de Stenbach en Alsace contiennent de l'argent; celles du village d'Auxelles n'en tiennent que peu; et enfin les mines de Saint-Nicolas et d'Astenbach sont de plomb et de cuivre.

Dans la Franche-Comté, on a reconnu un filon de plomb à Ternan, à trois lieues de Château-Lambert; d'autres à Frêne, à Plancher-les-Mines, à Baudy, etc.

En Dauphiné, on exploite une mine de plomb dans la montagne de Vienne; on en a abandonné une autre au village de la Pierre, diocèse de Gap, parce que les filons sont devenus trop petits. Il s'en trouve une à deux lieues du bourg d'Oisans, qui a donné cinquante-neuf livres de plomb et quinze deniers d'argent par quintal.

En Provence, on en connoît trois ou quatre, et plusieurs dans le Vivarais, le Languedoc, le Roussillon et le comté de Foix, le pays de Comminges. On trouve aussi plusieurs mines de plomb dans le Bigorre, le Béarn et la basse Navarre.

Ces provinces ne sont pas les seules en France dans lesquelles on ait découvert et travaillé des mines de plomb: il s'en trouve aussi, et même de très-bonnes, dans le Lyonnois, le Beaujolois, le Rouergue, le Limosin, l'Auvergne, le Bourbonnois, l'Anjou, la province de Normandie et la Bretagne, où celles de Pompéan et de Poulawen sont exploitées avec succès; on peut même dire que celle de Pompéan est la plus riche qui soit en France, et peut-être en Europe. Nous en avons au Cabinet du Roi un très-gros et très-pesant morceau, qui m'a été donné par feu M. le chevalier d'Arcy, de l'Académie des Sciences.

M. de Gensanne, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait de bonnes observations sur la plupart de ces mines: il dit que dans le Gévaudan on en trouve en une infinité d'endroits; que celle d'Alem, qui est à grosses mailles, est connue dans le pays sous le nom de *vernis*, parce que les habitans la vendent aux potiers pour vernisser leurs terreries: il ajoute que les veines de cette mine sont, pour la plupart, horizontales, et dispersées sans suite dans une pierre calcaire fort dure. On trouve aussi de cette mine à vernis en grosses lames auprès de Combette, paroisse d'Ispagnac. Le docteur Astruc avoit parlé, plusieurs années auparavant, d'une semblable mine près de Durfort, dans le diocèse d'Alais, qu'on employoit aussi pour vernisser les poteries. M. de Gensanne a observé, dans les mines de plomb de Pierre-Lade, diocèse d'Uzès, que l'un

des filons donne quelquefois de l'argent pur en filigranes, et qu'en général ces mines rendent quarante livres de plomb et deux ou trois onces d'argent par quintal; mais il dit que le minerai est de très-difficile fusion, parce qu'il est intimement mêlé avec de la *pierre cornée*.

Dans la montagne de Mat-Imbert, il y a deux gros filons de mine de plomb riches en argent : ces filons, qui ont aujourd'hui trois à quatre toises d'épaisseur d'un très-beau spath piqueté de minéral, traversent deux montagnes, et paroissent sur plus d'une lieue de longueur; il y a des endroits où leur gangue s'élève au-dessus du terrain de cinq à six toises de hauteur. Cet habile minéralogiste cite encore un grand nombre d'autres mines de plomb dans le Languedoc, dont plusieurs contiennent un peu d'argent, et dont le minéral paroît presque partout à la surface de la terre. « Près des bains de la Malon, diocèse de Béziers, on ramasse, dit-« il, presque à la surface du terrain, des morceaux de mine de « plomb dispersés et enveloppés dans une ocre jaunâtre. Il règne « tout le long de ce vallon une quantité de veines de plomb, « d'argent et de cuivre : ces veines sont, la plupart, recouvertes « par une espèce de minéral ferrugineux d'un rouge de cinabre, « et tout-à-fait semblable à de la mine de mercure. »

Dans le Vivarais, M. de Gensanne indique les mines de plomb de l'Argentière, celles des montagnes voisines de la rivière de la Douce, celles de Saint-Laurent-les-Bains, du vallon de Mayres, et plusieurs autres qui méritent également d'être remarquées; il en a aussi reconnu quelques autres dans différens endroits de la province du Vélay.

En Franche-Comté, à Plancher-les-Mines, dans la *grande montagne,* les mines sont de plomb et d'argent; elles sont ouvertes de temps immémorial, et on y a fait des travaux immenses. On voit à Baudy, près de Château-Lambert, un filon qui règne tout le long d'une petite plaine sur le sommet de la montagne. Cette veine de plomb est sous une roche de *granite,* d'environ trois toises d'épaisseur, et qui ressemble à une voûte en pierres sèches qu'on auroit faite exprès; elle s'étend sur toute la longueur de la plaine, en forme de crête. Nous observerons sur cela que cette roche ne doit pas être de granite primitif, mais seulement d'un granite formé par alluvion, ou peut-être même d'un grès à gros grains, que les observateurs confondent souvent avec le vrai granite.

Et ce qui confirme ma présomption, c'est que les mines ne se trouvent jamais dans les montagnes de granite primitif, mais toujours dans les schistes ou dans les pierres calcaires qui leur sont

adossées. M. Jaskevisch dit, en parlant des mines de plomb qui sont à quelque distance de Fribourg en Brisgau, que ces mines se trouvent des deux côtés de la montagne de granite, et qu'il n'y en a aucune trace dans le granite même.

En Espagne, M. Bowles a observé plusieurs mines de plomb, dont quelques-unes ont donné un très-grand produit, et jusqu'à quatre-vingts livres par quintal.

En Angleterre, celle de Mendip est une galène en masse, sans gangue et presque pure. Il y a aussi de très-riches mines de ce métal dans la province de Darby, ainsi que dans les montagnes des comtés de Cardigan et de Cumberland; et l'on en connoît encore d'aussi pures que celle de Mendip, dans quelques endroits de l'Ecosse.

M. Guettard a reconnu des indices de mines de plomb en Suisse, et il a observé de bonnes mines de ce métal en Pologne : elles sont, dit-il, abondantes et riches en argent. Il dit aussi que la mine d'Olkuszow, diocèse de Cracovie, est sans matière étrangère.

Il y a dans la Carinthie des mines de plomb qui sont en pleine exploitation ; elles gisent dans des montagnes calcaires, et l'on en tire par année vingt mille quintaux de plomb. Les mines de plomb que l'on trouve dans le Palatinat en Allemagne, sous la forme d'une pierre cristallisée, sont exemptes de même de toute matière étrangère ; ce sont des mines en chaux, qui, comme celle de plomb blanche, ne contiennent en effet que du plomb, de l'air et de l'eau, sans mélange d'aucune autre matière métallique.

On voit, par cette énumération, qu'il se trouve un grand nombre de mines de plomb dans presque toutes les provinces de l'Europe; les plus remarquables, ou plutôt les mieux connues, sont celles qui contiennent une quantité considérable d'argent : il y en a de toute espèce en Allemagne, de même qu'en Suède, et jusqu'en Norwége.

On ne peut guère douter qu'il n'y ait tout autant de mines de plomb en Asie qu'en Europe; mais nous ne pouvons indiquer que le petit nombre de celles qui ont été remarquées par les voyageurs, et il en est de même de celles de l'Afrique et de l'Amérique. En Arabie, selon Niebuhr, il y a tant de mines de plomb dans l'*Oman*, et elles sont si riches, qu'on en exporte beaucoup. A Siam, les voyageurs disent qu'on travaille depuis long-temps des mines de plomb et d'étain. En Perse, dit Tavernier, on n'avoit ni plomb ni étain que celui qui arrivoit des pays étrangers; mais on a découvert une mine de plomb auprès de la ville d'Yerde. M. Peyssonnel a vu une mine de plomb dans l'île de Crète, dont il a tiré

neuf onces de plomb sur une livre, et une très-petite quantité d'argent : il dit qu'en creusant un peu plus profondément, on découvre quelquefois des veines d'un minerai de couleur grise, taillé à facettes brillantes, mêlé de soufre et d'un peu d'arsenic, et qu'il a tiré d'une livre de ce minerai sept onces de plomb et une drachme d'argent. En Sibérie, il se trouve aussi nombre de mines de plomb, dont quelques-unes sont fort riches en argent.

Nous avons peu de connoissance des mines de plomb de l'Afrique; seulement le docteur Shaw fait mention de celles de Barbarie, dont quelques-unes, dit-il, donnent quatre-vingts livres de métal par quintal.

Dans l'Amérique septentrionale, on trouve de bonnes mines de plomb aux Illinois, au Canada, en Virginie; il y en a aussi beaucoup au Mexique, et quelques-unes au Pérou.

Toutes les mines de plomb en galène affectent une figure hexaèdre en lames écailleuses ou en grains anguleux, et c'est en effet sous cette forme que la Nature a établi les mines *primordiales* de ce métal; toutes celles qui se présentent sous d'autres formes ne proviennent que de la décomposition de ces premières mines, dont les détrimens, saisis par les sels de la terre, et mélangés d'autres minéraux, ont formé les mines secondaires de céruse, de plomb blanc, de plomb vert, de plomb rouge, etc., qui sont bien connues des naturalistes : mais M. de Gensanne fait mention d'une mine singulière qui renferme des grains de plomb tout-à-fait pur; voici l'extrait de ce qu'il dit à ce sujet : « Entre Pradel et Vairreau, il y a une « mine de plomb dans des couches d'une pierre calcaire fauve, et « souvent rouge; le filon n'a qu'un pouce et demi ou deux pouces « d'épaisseur, et s'étend presque tout le long de la forêt des châ- « taigniers. C'est en général une vraie mine de plomb blanche et « terreuse; mais ce qu'il y a de singulier, c'est que cette substance « terreuse renferme dans son intérieur de véritables grains de « plomb tout faits, ce qui étoit inconnu jusqu'ici. Cette terre mi- « nérale qui renferme ces grains rend jusqu'au-delà de quatre- « vingt-dix livres de plomb par quintal, et les grains de plomb « qu'elle renferme sont très-purs et très-doux; ils n'affectent point « une configuration régulière, il y en a de toutes sortes de figures; « on en voit qui forment de petites veines au travers du miné- « ral en forme de filigrane, et qui ressemblent aux taches des den- « drites. On trouve du minéral semblable, et qui contient encore « plus de plomb natif, près du village de Fayet, et de même près de « Villeneuve-de-Berg, et encore dans la montagne qui est à droite « du chemin qui conduit à Aubenas, à une petite lieue de Ville-

« neuve-de-Berg : les deux endroits de ces montagnes où l'on « trouve ce minéral, sont à plus de trois lieues de distance les « uns des autres sur un même alignement, et la ligne entière a « plus de huit lieues de longueur. Les plus gros grains de plomb « pur sont comme des marrons, ou de la grosseur d'une petite « noix; il y en a d'aplatis, d'autres plus épais et tout biscornus; « la plupart sont de la grosseur d'un petit pois, et il y en a qui « sont presque imperceptibles. La terre métallique qui les ren- « ferme est de la même couleur que la litharge réduite en pous- « sière impalpable : cette terre se coupe au couteau, mais il faut « le marteau pour la casser; elle renferme aussi de véritables sco- « ries de plomb, et quelquefois une matière semblable à de la « litharge : cependant ce minéral ne provient point d'anciennes « fonderies; d'ailleurs il est répandu dans une très-grande éten- « due de terrain; on en trouve sur un espace de plus d'un quart « de lieue, sans rencontrer de scories dans le voisinage, où l'on « n'a pas mémoire qu'il y ait jamais eu de fonderies. [1] »

Ces derniers mots semblent indiquer que M. de Gensanne soupçonne avec raison que le feu a eu part à la formation de cette mine singulière : s'il n'y a pas eu de fonderies dans ces lieux, il y a eu des forêts, et très-probablement des incendies; ou bien on doit supposer quelque ancien volcan, dont le feu aura calciné la plus grande partie de la mine, et l'aura réduite en chaux blanche, en scories, en litharge, dans lesquelles certaines parties se seront revivifiées en métal, au moyen des matières inflammables qui servoient d'aliment à l'incendie : cette mine est donc de dernière formation. Comme elle gît en grande partie sous la pierre calcaire, elle n'a pas été produite par le feu primitif, qui d'ailleurs l'auroit entièrement réduite en chaux, et n'y auroit pas laissé du métal;

---

[1] M. de Virly, président à la chambre des comptes de Dijon, a eu la bonté de m'apporter un morceau de cette mine mêlée de plomb tout pur, qu'il a trouvé à l'Argentière en Vivarais, sur l'une des deux montagnes entre lesquelles cette ville est située; il en a rapporté des morceaux gros comme le poing, et communément il y en a de la grosseur d'un œuf: les uns ont l'apparence d'une terre métallique; ils ressemblent au massicot, et sont un peu transparens : d'autres, plus légers, sont en état de verre, et renferment des globules de métal plus ou moins gros, qui se laissent entamer au couteau, et sont réellement du plomb. Il y a beaucoup de mines de plomb en galène aux environs de l'Argentière : elles ont été exploitées dans le temps des croisades comme mines d'argent; c'est même, à ce que l'on dit, ce qui a donné le nom à la ville. Il n'y a point de vestiges d'anciens volcans dans ces deux montagnes, et ces matières de plomb, qui ont évidemment éprouvé l'action du feu, sont peut-être les restes d'anciennes exploitations, ou le produit de la fusion des mines de galène par l'incendie des forêts qui couvroient ces montagnes.

ce n'est donc qu'une mine ordinaire, qui a seulement été dénaturée accidentellement par le feu souterrain d'un ancien volcan, ou par de grands incendies à la surface du terrain.

Et non-seulement le feu a pu former ces mines de plomb en chaux blanche, mais l'eau peut aussi les produire. La céruse, que nous voyons se former à l'air sur les plombs qui y sont exposés, est une vraie chaux de ce métal, qui étant entraînée, transportée et déposée en certains endroits de l'intérieur de la terre par la stillation des eaux, s'accumule en masses ou en veines, sous une forme plus ou moins concrète. La mine de plomb blanche n'est qu'une céruse cristallisée, également produite par l'eau; il n'y a de différence qu'en ce que la céruse naturelle est plus mêlée de parties terreuses : ces mines de céruse, les plus nouvelles de toutes, se forment tous les jours comme celles du fer en rouille, par les détrimens de ces métaux.

Les mines de plomb vitreuses et cristallisées, qui proviennent de la décomposition des galènes, prennent différentes couleurs par le contact ou l'union des différentes substances métalliques qu'elles rencontrent : le fer leur donne une couleur rouge; et, selon M. Monnet, il les colore aussi quelquefois en vert. Cet observateur dit avoir remarqué dans les mines de plomb de la Croix en Lorraine, un grand nombre de cristaux de plomb vert dans les cavités de la gangue de cette mine, qui n'est qu'une mine de fer grisâtre; d'où il conclut que les cristaux verts de plomb peuvent être formés de la décomposition de la galène par le fer. La galène elle-même peut se régénérer dans les mines de plomb qui sont en état de céruse ou de chaux blanche : on peut le démontrer tant par la forme fistuleuse de ces galènes qu'on appelle *plomb noir*, que par plusieurs morceaux de mine dans lesquels la base des cristaux est encore de plomb blanc, seulement un peu rougeâtre, et dont la partie supérieure est convertie en galène.

En général, les mines de plomb tiennent presque toutes une petite quantité d'argent; elles sont aussi très-souvent mêlées de fer et d'antimoine, et quelquefois de cuivre : mais l'on n'a qu'un seul exemple de mine de plomb tenant du zinc; et de même que l'on trouve de l'argent dans presque toutes les mines de plomb, on trouve aussi du plomb dans la plupart des mines d'argent : mais, dans les filons de ces mines, le plomb, comme plus pesant, descend au-dessous de l'argent, et il arrive presque toujours que les veines les plus riches en argent se changent en plomb à mesure qu'elles s'étendent en profondeur.

Pour connaître la quantité de métal qu'une mine de plomb peut contenir, il faut la griller en ne lui donnant d'abord que peu de feu, la bien laver ensuite, et l'essayer avec le flux noir, et quelquefois y ajouter de la limaille de fer, pour absorber le soufre que le grillage n'auroit pas tout enlevé : mais quoique par ces moyens on obtienne la quantité de plomb assez juste, l'essai par la voie humide est encore plus fidèle. Voici le procédé de M. Bergman : on pulvérise la galène ; on la fait digérer dans l'acide nitreux ou dans l'acide marin, jusqu'à ce que tout le plomb soit dissous, et alors le soufre minéral se précipite ; on s'assure que ce soufre est pur en le faisant dissoudre dans l'alcali caustique ; on précipite le plomb par l'alcali cristallisé, et cent trente-deux parties de précipité indiquent cent parties de plomb. Si le plomb tient argent, on le sépare du précipité par l'alcali volatil ; et s'il y a de l'antimoine, on le calcine par l'acide nitreux concentré : si la galène tient du fer, on précipite le plomb et l'argent qui peuvent y être unis, ainsi que la quantité de fer qui se trouve dans l'acide, en mettant une lame de fer dans la dissolution ; celle que la lame de fer a produite indique exactement la quantité de ce métal contenue dans la galène.

Le plomb extrait de sa mine par la fonte demande encore des soins tant qu'il est en métal coulant ; car si on le laisse exposé à l'action de l'air, sa surface se couvre d'une poudre grise, dont la quantité augmente à mesure que le feu continue, en sorte que tout le métal se convertit en chaux, et acquiert, par cette conversion, une augmentation de volume très-considérable [1]. Cette chaux grise, exposée de nouveau à l'action du feu, y prend bientôt, en la remuant avec une spatule de fer, une assez belle couleur jaune, et dans cet état on lui donne le nom de *massicot :* et si l'on continue de la remuer en la tenant toujours exposée à l'air, à un certain degré de feu, elle prend une belle couleur rouge, et dans cet état on lui donne le nom de *minium :* je dis à un certain degré de feu, car un feu plus fort ou plus foible ne changeroit pas le massicot en minium ; et ce feu constant et nécessaire pour lui donner une belle couleur rouge, est de cent vingt degrés [2] ; car si l'on donne à ce même minium une chaleur plus grande ou moindre, il perd également son beau rouge, redevient jaune, et ne reprend cette couleur rouge qu'au feu de cent vingt degrés de

[1] M. Demeste dit que cette augmentation de volume ou de pesanteur est comme de 113 à 100.

[2] Division du thermomètre de Réaumur.

chaleur. C'est à M. Geoffroy qu'est due cette intéressante observation, et c'est à M. Jars que nous devons la connoissance des pratiques usitées en Angleterre pour faire le minium en grande quantité, et par conséquent à moindres frais qu'on ne le fait ordinairement.

Les Anglais ne se servent que de charbon de terre pour faire le minium, et ils prétendent même qu'on ne réussiroit pas avec le charbon de bois : cependant, dit M. Jars, il n'y auroit d'autre inconvénient que celui des éclats de ce charbon qui pourroient revivifier quelques parties de la chaux de plomb, ce qu'il est très-aisé d'éviter. Je ne pense pas, avec M. Jars, que ce soit là le seul inconvénient. Le charbon de bois ne donne pas une chaleur aussi forte ni aussi constante que le charbon de terre; et d'ailleurs l'acide sulfureux qui s'en exhale, et la fumée du bitume qu'il contient, peuvent contribuer à donner à la chaux de plomb la belle couleur rouge.

Toutes ces chaux de plomb blanches, grises, jaunes et rouges, sont non-seulement très-aisées à vitrifier, mais même elles déterminent promptement et puissamment la vitrification de plusieurs autres matières : seules, elles ne donnent que de la litharge ou du verre jaune très-peu solide; mais fondues avec le quarz, elles forment un verre très-solide, assez transparent, et d'une belle couleur jaune.

Considérant maintenant les propriétés particulières du plomb dans son état de métal, nous verrons qu'il est le moins dur et le moins élastique de tous les métaux; que, quoiqu'il soit très-mou, il est aussi le moins ductile; qu'il est encore le moins tenace, puisqu'un fil d'un dixième de pouce de diamètre ne peut soutenir un poids de trente livres sans se rompre : mais il est, après l'or, le plus pesant; car je ne mets pas le mercure ni la platine au nombre des vrais métaux. Son poids spécifique est à celui de l'eau distillée comme 113523 sont à 10000, et le pied cube de plomb pur pèse sept cent quatre-vingt-quatorze livres dix onces quatre gros quarante-quatre grains[1]. Son odeur est moins forte que celle du cuivre; cependant elle se fait sentir désagréablement lorsqu'on le frotte. Il est d'un assez beau blanc quand il vient d'être fondu, ou lorsqu'on l'entame et le coupe : mais l'impression de l'air ternit en peu de temps sa surface, qui se décompose en une rouille légère, de couleur obscure et bleuâtre. Cette rouille est assez adhérente au métal; elle ne s'en détache pas aussi facilement que le vert-de-gris

---

[1] Voyez la table des pesanteurs spécifiques, par M. Brisson.

se détache du cuivre : c'est une espèce de chaux qui se revivifie aussi aisément que les autres chaux de plomb; c'est une céruse commencée. Cette décomposition par les élémens humides se fait plus promptement lorsque ce métal est exposé à de fréquentes alternatives de sécheresse et d'humidité.

Le plomb, comme l'on sait, se fond très-facilement; et lorsqu'on le laisse refroidir lentement, il forme des cristaux qu'on peut rendre très-apparens par un procédé qu'indique M. l'abbé Mongez : c'est en formant une géode dans un creuset dont le fond est environné de charbon, et qu'on perce dès que la surface du métal fondu a pris de la consistance. On obtient de cette manière des cristaux bien formés en pyramides trièdres isolées, et de trois à quatre lignes de longueur. Je me suis servi du même moyen pour cristalliser la fonte de fer.

Le plomb exposé à l'air dans son état de fusion, se combine avec cet élément, qui non-seulement s'attache à sa surface, mais se fixe dans sa substance, la convertit en chaux, et en augmente le volume et le poids : cet air fixé dans le métal est la seule cause de sa conversion en chaux; le phlogistique ne fait rien ici, et il est étonnant que nos chimistes s'obstinent à vouloir expliquer par l'absence et la présence de ce phlogistique les phénomènes de la calcination et de la revivification des métaux, tandis qu'on peut démontrer que le changement du métal en chaux, et son augmentation de volume ou pesanteur absolue, ne viennent que de l'air qui y est entré, puisqu'on en retire cet air en même quantité, et que rien n'est plus simple et plus aisé à concevoir que la réduction de cette chaux en métal, puisqu'on peut également démontrer que l'air ayant plus d'affinité avec les matières inflammables qu'avec le métal, il l'abandonne dès qu'on lui présente quelqu'une de ces matières, et laisse par conséquent le métal dans l'état où il l'avoit trouvé. La réduction de la chaux des métaux n'est donc au vrai qu'une sorte de précipitation, aussi aisée à entendre, aussi facile à démontrer, que toute autre.

Nous observerons en particulier que le plomb et l'étain sont les deux métaux avec lesquels l'air se fixe et se combine le plus promptement dans leur état de fusion, mais que l'étain le retient bien plus puissamment. La chaux de plomb se réduit beaucoup plus aisément en métal que celle de l'étain par l'addition des matières inflammables : ainsi l'affinité de l'air s'exerce d'une manière plus intime avec l'étain qu'avec le plomb.

Si nous comparons encore ces deux métaux par d'autres propriétés, nous trouverons que le plomb approche de l'étain, non-

seulement par la facilité qu'il a de se calciner, mais encore par la fusibilité, la mollesse, la couleur, et qu'il n'en diffère qu'en ce que, comme nous venons de le dire, la chaux du plomb est plus aisément réductible; et quoique ces deux chaux soient d'abord de la même couleur grise, la chaux d'étain, par une plus forte calcination, devient blanche et reste blanche; tandis que celle de plomb devient jaune, puis rouge par une calcination continuée : de plus, celle de l'étain ne se vitrifie que très-difficilement, au lieu que celle du plomb se change en un vrai verre transparent et pesant, et qui devient au feu si fluide et si actif, qu'il perce les creusets les plus compactes. Ce verre de plomb, dans lequel l'air fixe de sa chaux s'est incorporé, peut encore se réduire facilement en métal coulant; il suffit de le broyer et de le refondre en y ajoutant une matière inflammable, avec laquelle l'air ayant plus d'affinité qu'avec le plomb, se dégagera en saisissant cette matière inflammable qui l'emporte, et il laissera par conséquent le plomb dans son premier état de métal coulant.

Le plomb peut s'allier avec tous les métaux, à l'exception du fer, avec lequel il ne paroît pas qu'il puisse contracter d'union intime; cependant on peut les réunir de très-près, en faisant auparavant fondre le fer. M. de Morveau a dans son cabinet un culot formé d'acier fondu et de plomb, dans lequel, à la vérité, ces deux métaux ne sont pas alliés, mais simplement adhérens de si près, que la ligne de séparation n'est presque pas sensible.

La chaux de cuivre et celle de plomb mélangées s'incorporent et se vitrifient toutes deux ensemble; le plomb entraîne le cuivre dans sa vitrification, et il rejette le fer sur les bords de la coupelle. C'est par cette propriété particulière qu'il purge l'or et l'argent de toute matière métallique étrangère. Personne n'a mieux décrit tout ce qui se passe dans les coupellations que notre savant académicien, M. Sage, dans ses *Mémoires sur les essais*.

On a observé que le plomb et l'étain mêlés ensemble se calcinent plus promptement et plus profondément que l'un ou l'autre ne se calcine seul. C'est de cette chaux, mi-partie d'étain et de plomb, que se fait l'émail blanc des faïences communes; et c'est avec le verre de plomb seul qu'on vernit les poteries de terre encore plus communes.

Le plomb semble approcher de l'argent par quelques propriétés : non-seulement il lui est presque toujours uni dans ses mines, mais lors même qu'il est pur et dans son état de métal, il présente les mêmes phénomènes dans ses dissolutions par les acides;

il forme, comme l'argent, avec l'acide nitreux, un sel plus caustique que les sels des autres métaux.

Le plomb a aussi de l'affinité avec le mercure; ils s'amalgament facilement, et ils forment ensemble des cristaux : cet amalgame de plomb a la propriété singulière de décrépiter très-vivement sur le feu.

L'ordre des affinités du plomb avec les autres métaux, suivant M. Geller, est l'argent, l'or, l'étain, le cuivre. Cette grande affinité de l'argent et du plomb que l'art nous démontre, est bien indiquée par la Nature; car l'on trouve l'argent uni au plomb dans toutes les mines de première comme de dernière formation. Ce sont les poudres des mines primitives de l'argent qui se sont unies et mêlées avec la chaux de plomb, et ont formé les galènes ou premiers minerais de ce métal; mais les affinités du plomb avec l'or, l'étain et le cuivre, que l'art nous a fait reconnoître, ne se manifestent que par de légers indices dans le sein de la terre. Ce n'est point avec ces métaux que le plomb s'y combine; mais c'est avec les sels, et surtout avec les acides, qu'il prend des formes différentes : la galène, qu'on doit regarder comme le plomb de première formation, n'est qu'une espèce de pyrite composée de chaux de plomb et de l'acide uni à la substance du feu fixe. L'air et les sels de la terre ont ensuite décomposé ces galènes comme ils décomposent toutes les autres pyrites, et c'est de leurs détrimens que se sont formées toutes les mines de seconde et de troisième formation. Cette marche de la Nature est uniforme : le feu primitif a fondu, sublimé ou calciné les métaux; après quoi les élémens humides, les sels, et surtout les acides, les ont attaqués, corrodés, dissous, et s'incorporant avec eux, par une union intime, leur ont donné les nouvelles formes sous lesquelles ils se présentent.

Tous les acides minéraux ou végétaux peuvent entamer ou dissoudre le plomb : les huiles et les graisses agissent aussi sur ce métal en raison des acides qu'elles contiennent; elles l'attaquent surtout dans son état de chaux, et dissolvent la céruse, le minium et la litharge, à l'aide d'une médiocre chaleur.

L'acide vitriolique doit être concentré et aidé de la chaleur pour dissoudre le plomb réduit en poudre métallique ou en chaux, et cette dissolution produit un sel qu'on appelle *vitriol de plomb*. On a remarqué que le minium résiste plus que les autres chaux de plomb à cet acide, qu'il ne se dissout qu'en partie, et qu'il perd seulement sa belle couleur rouge, et devient d'un brun presque noir. Les sels neutres qui contiennent de

l'acide vitriolique, agissent aussi sur les chaux de plomb; ils les précipitent de leur dissolution dans l'acide nitreux, et forment avec elles un vitriol de plomb.

L'acide nitreux, loin d'être concentré comme le vitriolique, doit au contraire être affoibli pour bien dissoudre le plomb; et la dissolution, après l'évaporation, donne des cristaux qui, comme tous les autres sels produits par ce même métal, ont plutôt une saveur sucrée que saline : au reste, cet acide dissout également le plomb dans son état de métal et dans son état de chaux, c'est-à-dire, les céruses, le massicot, le minium, et même les mines de plomb blanches, vertes et rouges, etc.

L'acide marin ne dissout le plomb qu'à l'aide d'une forte chaleur : cette dissolution donne un sel dont les cristaux sont brillans et en petites aiguilles; cet acide, ainsi que les sels qui en contiennent, précipite le plomb de sa dissolution dans l'acide nitreux, et forme un sel métallique auquel les chimistes ont donné le nom de *plomb corné*, comme ils ont aussi nommé *argent corné* ou *lune cornée* les cristaux de la dissolution de l'argent par le même acide marin.

Le soufre s'unit aisément avec le plomb par la fusion; et lorsqu'on laisse ce mélange exposé à l'action du feu libre, il se brûle en partie, et le reste qui est calciné, forme une espèce de pyrite ou mine de plomb, semblable à la galène.

Les acides végétaux, et en particulier celui du vinaigre, attaquent et dissolvent le plomb; c'est en l'exposant à la vapeur du vinaigre qu'on le convertit en chaux blanche, et c'est de cette manière que l'on fait la céruse qui est dans le commerce : cette chaux ou céruse se dissout parfaitement dans le vinaigre concentré; elle y produit même une grande quantite de cristaux dont la saveur est sucrée : on a souvent abusé de cette propriété de la céruse et des autres chaux ou sels de plomb, pour adoucir le vin au détriment de la santé de ceux qui le boivent. Au reste, l'on ne doit pas regarder la céruse comme une chaux de plomb parfaite, mais comme une matière dans laquelle le plomb n'est qu'à demi dissous ou calciné par l'acide aérien, et reste encore plutôt dans l'état métallique que dans l'état salin, en sorte qu'elle n'est pas soluble dans l'eau comme les sels.

Le plomb se dissout aussi dans l'acide du tartre, à l'aide de la chaleur et d'une longue digestion; si l'on fait évaporer cette dissolution, elle prend une consistance visqueuse, et donne un sel cristallisé en lames carrées. Enfin les acerbes ne laissent pas d'avoir aussi quelque action sur le plomb; car la noix de galle le

précipite de sa dissolution dans l'acide nitreux, et la surface de la liqueur se couvre en même temps d'une pellicule à reflets rouges et verts.

Les alcalis fixes et volatils, non plus que les terres absorbantes, ne font pas des effets bien sensibles sur le plomb dans quelque état qu'il soit : néanmoins ils ont avec ce métal une affinité bien marquée dans certaines circonstances; par exemple, ils le précipitent de sa dissolution dans l'acide marin, sous la forme d'une poudre blanche, qui se ternit bientôt à l'air comme le métal même.

En comparant les mines primordiales des six métaux, nous voyons que l'or seul se trouve presque toujours en état de métal dans le sein de la terre; que quoiqu'il n'y soit jamais pur, mais allié de plus ou moins d'argent ou de cuivre, il ne se présente que rarement sous une forme minéralisée, et qu'il recouvre et défend l'argent de toute altération. On assure cependant que l'or est vraiment minéralisé dans la mine de Naghiac [1], et dans quelques pyrites nouvellement trouvées en Dauphiné ; mais ce métal ne doit néanmoins subir aucun changement, aucune altération, que par des combinaisons qui ne peuvent se trouver que très-rarement dans la Nature; et nous verrons, en traitant de la platine, que l'or, qui fait le fonds de sa substance, y est encore plus altéré, et presque dénaturé. Ces deux exemples sont les seuls qu'on puisse donner d'un changement d'état dans l'or, et l'on ne doit pas les regarder comme des opérations ordinaires de la Nature, mais comme des accidens si rares, qu'ils n'ôtent rien à la vérité du fait général, que l'or se présente partout dans l'état de métal, et seulement plus ou moins divisé et non minéralisé.

L'argent se trouve assez souvent, comme l'or, dans l'état de métal pur; mais il est encore plus souvent mêlé avec le plomb ou minéralisé, c'est-à-dire, altéré par les sels de la terre. Le cuivre résiste beaucoup moins à l'impression des élémens humides; et quoiqu'il se trouve quelquefois en état de métal, il se présente ordinairement sous des formes minéralisées et variées, pour ainsi dire, à l'infini. Ces trois métaux, l'or, l'argent et le cuivre, sont les seuls qui aient pris, dès les premiers temps, et conservé plus ou moins jusqu'à ce jour, leur état métallique. Le fer, le plomb et l'étain ne se trouvent nulle part, et même n'ont jamais été dans

[1] M. Bergman, à qui M. Thunberg a envoyé un morceau de cette mine de Naghiac, s'est assuré qu'il contenoit du quarz blanc, une *pierre arénaire blanchâtre*, se coupant au couteau, faisant effervescence avec les acides, et de la *manganèse*. La formation de cette mine ne doit donc être regardée que comme accidentelle.



cet état métallique; le feu primitif les a fondus ou calcinés : le fer, par sa fusion, s'est mêlé à la roche vitreuse, et le plomb et l'étain, après leur calcination, ont été saisis par l'acide et réduits en minerais pyriteux, ainsi que les cuivres qui n'ont pas conservé leur état de métal. Tous ces métaux ont souvent été mêlés les uns avec les autres; et, dans les mines primordiales comme dans les mines secondaires, on les trouve quelquefois tous réunis ensemble.

DU MERCURE.

Rien ne ressemble plus à l'étain ou au plomb dans leur état de fusion, que le mercure dans son état naturel : aussi l'a-t-on regardé comme un métal fluide, auquel on a cherché, mais vainement, les moyens de donner de la solidité; on a seulement trouvé que le froid extrême pouvoit le coaguler sans lui donner une solidité constante, ni même aussi permanente, à beaucoup près, que celle de l'eau glacée; et par ce rapport unique et singulier, le mercure semble se rapprocher de la nature de l'eau, autant qu'il approche du métal par d'autres propriétés, et notamment par sa densité, la plus grande de toutes après celle de l'or [1] : mais il diffère de tout métal, et même de tout minéral métallique, en ce qu'il n'a nulle ténacité, nulle dureté, nulle solidité, nulle fixité, et il se rapproche encore de l'eau par sa volatilité, puisque, comme elle, il se volatilise et s'évapore à une médiocre chaleur. Ce liquide minéral est-il donc un métal, ou n'est-il pas une eau qui ressemble aux métaux parce qu'elle est chargée des parties les plus denses de la terre, avec lesquelles elle s'est plus intimement unie que dans aucune autre matière? On sait qu'en général toute fluidité provient de la chaleur, et qu'en particulier le feu agit sur les métaux comme l'eau sur les sels, puisqu'il les liquéfie, et qu'il les tiendroit en une fluidité constante s'il étoit toujours au même degré de violente chaleur, tandis que les sels ne demandent que celui de la température actuelle pour demeurer liquides. Tous les sels se liquéfiant dans l'eau comme les métaux dans le feu, la fluidité du mercure tient, ce me semble, plus au premier élément qu'au dernier; car le mercure ne se solidifie qu'en se glaçant comme

[1] La pesanteur spécifique de l'or à 24 karats est de 192581, et celle du plomb, de 113523. La pesanteur spécifique du mercure coulant est de 135681, et celle du cinabre d'Almaden est de 102185. Voyez les *Tables de M. Brisson.*

l'eau : il lui faut même un bien plus grand degré de froid, parce qu'il est beaucoup plus dense. Le feu est ici en quantité presque infiniment petite, au lieu que ce même élément ne peut agir sur les métaux comme liquéfiant, comme dissolvant, que quand il leur est appliqué en quantité infiniment grande, en comparaison de ce qu'il en faut au mercure pour demeurer liquide.

De plus, le mercure se réduit en vapeurs par l'effet de la chaleur, à peu près comme l'eau, et ces deux vapeurs sont également incoercibles, même par les résistances les plus fortes ; toutes deux font éclater ou fendre les vaisseaux les plus solides avec explosion : enfin le mercure mouille les métaux, comme l'eau mouille les sels ou les terres, à proportion des sels qu'elles contiennent. Le mercure ne peut-il donc pas être considéré comme une eau dense et pesante, qui ne tient aux métaux que par ce rapport de densité ? et cette eau plus dense que tous les liquides connus, n'a-t-elle pas dû se former après la chute des autres eaux et des matières également volatiles et reléguées dans l'atmosphère pendant l'incandescence du globe ? Les parties métalliques, terrestres, aqueuses et salines, alors sublimées ou réduites en vapeurs, se seront combinées ; et tandis que les matières fixes du globe se vitrifioient ou se déposoient sous la forme de métal ou de chaux métallique, tandis que l'eau encore pénétrée de feu produisoit les acides et les sels, les vapeurs de ces substances métalliques, combinées avec celles de l'eau et des principes acides, n'ont-elles pas pu former cette substance du mercure, presque aussi volatile que l'eau, et dense comme le métal ? Cette substance liquide qui se glace comme l'eau, et qui n'en diffère essentiellement que par sa densité, n'a-t-elle pas dû se trouver dans l'ordre des combinaisons de la Nature, qui a produit non-seulement des métaux et des demi-métaux, mais aussi des terres métalliques et salines, telles que l'arsenic ? Or, pour compléter la suite de ses opérations, n'a-t-elle pas dû produire aussi des eaux métalliques telles que le mercure ? L'échelle de la Nature, dans ses productions métalliques, commence par l'or, qui est le métal le plus inaltérable, et par conséquent le plus parfait ; ensuite l'argent, qui, étant sujet à quelques altérations, est moins parfait que l'or ; après quoi, le cuivre, l'étain et le plomb, qui sont susceptibles non-seulement d'altération, mais de décomposition, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers : enfin le fer fait la nuance entre les métaux imparfaits et les demi-métaux ; car le fer et le zinc ne présentent aucun caractère essentiel qui doive réellement les faire placer dans deux classes différentes. La ductilité du fer est une propriété que l'art lui donne ;

il se brûle comme le zinc : il lui faut seulement un feu plus fort, etc. On pourroit donc également prendre le fer pour le premier des demi-métaux, ou le zinc pour le dernier des métaux; et cette échelle se continue par l'antimoine, le bismuth, et finit par les terres métalliques et par le mercure, qui n'est qu'une substance métallique liquide.

On se familiarisera avec l'idée de cette possibilité en pesant les considérations que nous venons de présenter, et en se rappelant que l'eau, dans son essence, doit être regardée comme un sel insipide et fluide; que la glace, qui n'est que ce même sel rendu solide, le devient d'autant plus que le froid est plus grand; que l'eau, dans son état de liquidité, peut acquérir de la densité à mesure qu'elle dissout les sels; que l'eau purgée d'air est incompressible, et dès-lors composée de parties très-solides et très-dures; que par conséquent elle deviendroit très-dense si ces mêmes parties s'unissoient de plus près : et quoique nous ne connoissions pas au juste le moyen que la Nature a employé pour faire ce rapprochement des parties dans le mercure, nous en voyons néanmoins assez pour être fondés à présumer que ce minéral fluide est plutôt une eau métallique qu'un vrai métal, de la même manière que l'arsenic, auquel on donne le nom de *demi-métal*, n'est qu'une terre plutôt saline que métallique, et non pas un vrai demi-métal.

On pourra me reprocher que j'abuse ici des termes en disant que le mercure mouille les métaux, puisqu'il ne mouille pas les autres matières, au lieu que l'eau et les autres liquides mouillent toutes les substances qu'on leur offre, et que par conséquent ils ont seuls la faculté de mouiller. Mais, en faisant attention à la grande densité du mercure et à la forte attraction qui unit entre elles ses parties constituantes, on sentira aisément qu'une eau dont les parties s'attireroient aussi fort que celles du mercure, ne mouilleroit pas plus que le mercure, dont les parties ne peuvent se désunir que par la chaleur, ou par une puissance plus forte que celle de leur attraction réciproque, et que dès-lors ces mêmes parties ne peuvent mouiller que l'or, l'argent, et les autres substances qui les attirent plus puissamment qu'elles ne s'attirent entre elles : on sentira de même que si l'eau paroît mouiller indifféremment toutes les matières, c'est que ses parties intégrantes n'ayant qu'une foible adhérence entre elles, tout contact suffit pour les séparer; et plus l'attraction étrangère surpassera l'attraction réciproque mutuelle de ces parties constituantes de l'eau, plus les matières étrangères l'attireront puissamment et se mouilleront profondément. Le mercure, par sa très-grande fluidité, mouil-

leroit et pénétreroit tous les corps solides de la Nature, si la force d'attraction qui s'exerce entre ses parties en proportion de leur densité, ne les tenoit, pour ainsi dire, en masse, et ne les empêchoit par conséquent de se séparer et de se répandre en molécules assez petites pour pouvoir entrer dans les pores des substances solides. La seule différence entre le mercure et l'eau dans l'action de mouiller ne vient donc que du plus ou moins de cohérence dans l'agrégation de leurs parties constituantes, et ne consiste qu'en ce que celles de l'eau se séparent les unes des autres bien plus facilement que celles du mercure.

Ainsi ce minéral, fluide comme l'eau, se glaçant comme elle par le froid, se réduisant comme elle en vapeurs par le chaud, mouillant les métaux comme elle mouille les sels et les terres, pénétrant même la substance des huiles et des graisses, et entrant avec elles dans le corps des animaux comme l'eau entre dans les végétaux, a de plus avec elle un rapport qui suppose quelque chose de commun dans leur essence : c'est de répandre comme l'eau une vapeur qu'on peut regarder comme humide : c'est par cette vapeur que le mercure blanchit et pénètre l'or sans le toucher, comme l'humidité de l'eau répandue dans l'air pénètre les sels. Tout concourt donc, ce me semble, à prouver que le mercure n'est point un vrai métal, ni même un demi-métal, mais une eau chargée des parties les plus denses de la terre, comme les demi-métaux ne sont que des terres chargées de même d'autres parties denses et pesantes qui les rapprochent de la nature des métaux.

Après avoir exposé les rapports que le mercure peut avoir avec l'eau, nous devons aussi présenter ceux qu'il a réellement avec les métaux. Il en a la densité, l'opacité, le brillant métallique; il peut de même être dissous par les acides, précipité par les alcalis : comme eux, il ne contracte aucune union avec les matières terreuses, et, comme eux encore, il en contracte avec les autres métaux; et si l'on veut qu'il soit métal, on pourroit même le regarder comme un troisième métal parfait, puisqu'il est presque aussi inaltérable que l'or et l'argent par les impressions des élémens humides. Ces propriétés relatives et communes le rapprochent donc encore plus de la nature du métal qu'elles ne l'éloignent de celle de l'eau, et je ne puis blâmer les alchimistes qui, voyant toutes ces propriétés dans un liquide, l'ont regardé comme l'eau des métaux, et particulièrement comme la base de l'or et de l'argent, dont il approche par sa densité, et auxquels il s'unit avec un empressement qui tient du magnétisme, et encore parce qu'il n'a, comme l'or et l'argent, ni odeur, ni saveur. Enfin

on n'est pas encore bien assuré que ce liquide si dense n'entre pas comme principe dans la composition des métaux, et qu'on ne puisse le retirer d'aucun minéral métallique. Recherchons donc sans préjugé quelle peut être l'essence de ce minéral amphibie, qui participe de la nature du métal et de celle de l'eau; rassemblons les principaux faits que la Nature nous présente, et ceux que l'art nous a fait découvrir sur ses différentes propriétés, avant de nous arrêter à notre opinion.

Mais ces faits paroissent d'abord innombrables; aucune matière n'a été plus essayée, plus maniée, plus combinée : les alchimistes surtout, persuadés que le mercure, ou la terre mercurielle, étoit la base des métaux, et voyant qu'il avoit la plus grande affinité avec l'or et l'argent, ont fait des travaux immenses pour tâcher de le fixer, de le convertir, de l'extraire; ils l'ont cherché non-seulement dans les métaux et minéraux, mais dans toutes les substances et jusque dans les plantes; ils ont voulu anoblir par son moyen les métaux imparfaits; et quoiqu'ils aient presque toujours manqué le but de leurs recherches, ils n'ont pas laissé de faire plusieurs découvertes intéressantes. Leur objet principal n'étoit pas absolument chimérique, mais peut-être moralement impossible à atteindre; car rien ne s'oppose à l'idée de la transmutation ou de l'anoblissement des métaux, que le peu de puissance de notre art, en comparaison des forces de la Nature; et puisqu'elle peut convertir les élémens, n'a-t-elle pas pu, ne pourroit-elle pas encore transmuer les substances métalliques? Les chimistes ont cru, pour l'honneur du nom, devoir rejeter toutes les idées des alchimistes; ils ont même dédaigné d'étudier et de suivre leurs procédés; ils ont cependant adopté leur langue, leurs caractères, et même quelques-unes des obscurités de leurs principes : le phlogistique, si ce n'est pas le feu fixe animé par l'air; le minéralisateur, si ce n'est pas encore le feu contenu dans les pyrites et dans les acides, me paroissent aussi précaires que la terre mercurielle et l'eau des métaux. Nous croyons devoir rejeter également tout ce qui n'existe pas, comme tout ce qui ne s'entend pas, c'est-à-dire, tout ce dont on ne peut avoir une idée nette; nous tâcherons donc, en faisant l'histoire du mercure, d'en écarter les fables autant que les chimères.

Considérant d'abord le mercure tel que la Nature nous l'offre, nous voyons qu'il ne se trouve que dans les couches de la terre formées par le dépôt des eaux; qu'il n'occupe pas, comme les métaux, les fentes perpendiculaires de la roche du globe; qu'il ne gît pas dans le quarz, et n'en est même jamais accompagné; qu'il n'est

point mêlé dans les minerais des autres métaux; que sa mine, à laquelle on donne le nom de *cinabre*, n'est point un vrai minerai, mais un composé, par simple juxtaposition, de soufre et de mercure réunis, qui ne se trouve que dans les montagnes à couches, et jamais dans les montagnes primitives; que par conséquent la formation de ces mines de mercure est postérieure à celle des mines primordiales des métaux, puisqu'elle suppose le soufre déjà formé par la décomposition des pyrites : nous verrons de plus que ce n'est que très-rarement que le mercure se présente dans un état coulant, et que quoiqu'il ait moins d'affinité que la plupart des métaux avec le soufre, il ne s'est néanmoins incorporé qu'avec les pierres ou les terres qui en sont surchargées; que jamais il ne leur est assez intimement uni pour n'en pas être aisément séparé; qu'il n'est même entré dans ces terres sulfureuses que par une sorte d'imbibition, comme l'eau entre dans les autres terres, et qu'il a dû les pénétrer toutes les fois qu'il s'est trouvé réduit en vapeurs; qu'enfin il ne se trouve qu'en quelques endroits particuliers, où le soufre s'est lui-même trouvé en grande quantité, et réduit en foie de soufre par des alcalis ou des terres calcaires, qui lui ont donné l'affinité nécessaire à son union avec le mercure : il ne se trouve, en effet, en quantité sensible, que dans ces seuls endroits; partout ailleurs il n'est que disséminé en particules si ténues, qu'on ne peut les rassembler, ni même les apercevoir que dans quelques circonstances particulières. Tout cela peut se démontrer en comparant attentivement les observations et les faits, et nous allons en donner les preuves dans le même ordre que nous venons de présenter ces assertions.

Des trois grandes mines de mercure, et dont chacune suffiroit seule aux besoins de tout l'univers, deux sont en Europe, et une en Amérique; toutes trois se présentent sous la forme solide de cinabre : la première de ces mines est celle d'Idria dans la Carniole; elle est dans une ardoise noire, surmontée de rochers calcaires : la seconde est celle d'Almaden en Espagne, dont les veines sont dans des bancs de grès : la troisième est celle de Guancavelica, petite ville à soixante lieues de Pisco au Pérou. Les veines du cinabre y sont ou dans une argile durcie et blanchâtre, ou dans de la pierre dure. Ainsi ces trois mines de mercure gisent également dans des ardoises ou des grès, c'est-à-dire, dans des collines ou montagnes à couches formées par le dépôt des eaux, et toutes trois sont si abondantes en cinabre, qu'il semble que tout le mercure du globe y soit accumulé; car les petites mines de ce minéral que l'on a découvertes en quelques autres endroits,

ne peuvent leur être comparées ni pour l'étendue, ni pour la quantité de la matière, et nous n'en ferons ici mention que pour démontrer qu'elles se trouvent toutes dans des couches déposées par les eaux de la mer, et jamais dans les montagnes de quarz ou des rochers vitreux qui ont été formés par le feu primitif.

En France, on reconnut en 1739, à deux lieues de Bourbonne-les-Bains, deux espèces de terre qui rendirent une trois-centième partie de leur poids en mercure; elles gisoient à quinze ou seize pieds de profondeur sur une couche de terre glaise. A cinq lieues de Bordeaux, près de Langon, il y a une fontaine au fond de laquelle on trouve assez souvent du mercure coulant. En Normandie, au village de la Chapelle, élection de Saint-Lo, il y a eu quelques travaux commencés pour exploiter une mine de mercure; mais le produit n'étoit pas équivalent à la dépense, et cette mine a été abandonnée. Enfin, dans quelques endroits du Languedoc, particulièrement à Montpellier, on a vu du mercure dans l'argile à de petites profondeurs, et même à la surface de la terre.

En Allemagne, il se trouve quelques mines de mercure dans les terrres du Palatinat et du duché de Deux-Ponts; et en Hongrie, les mines de cinabre, ainsi que celles d'Almaden en Espagne, sont souvent accompagnées de mine de fer en rouille; et quelquefois le fer, le mercure et le soufre, y sont tellement mêlés, qu'ils ne font qu'un même corps.

Cette mine d'Almaden est si riche, qu'elle a fait négliger toutes les autres mines de mercure en Espagne; cependant on en a reconnu quelques-unes près d'Alicante et de Valence. On a aussi exploité une mine de ce minéral en Italie, à six milles de la *Valle imperina,* près de *Feltrino;* mais cette mine est actuellement abandonnée. On voit de même des indices de mines de mercure en quelques endroits de la Pologne.

En Asie, les voyageurs ne font mention de mines de mercure qu'à la Chine et aux Philippines, et ils ne disent pas qu'il y en ait une seule en Afrique. Mais en Amérique, outre la grande et riche mine de Guanca-velica du Pérou, on en connoît quelques autres; on en a même exploité une près d'Azoque, dans la province de Quito. Les Péruviens travailloient depuis long-temps aux mines de cinabre sans savoir ce que c'étoit que le mercure; ils n'en connoissoient que la mine, dont ils faisoient du vermillon pour se peindre le corps ou faire des images; ils avoient fait beaucoup de travaux à Guanca-velica dans cette seule vue, et ce ne fut qu'en 1564 que les Espagnols commencèrent à travailler le cinabre pour

en tirer le mercure. On voit, par le témoignage de Pline, que les Romains faisoient aussi grand cas du vermillon, et qu'ils tiroient d'Espagne, chaque année, environ dix mille livres de cinabre tel qu'il sort de la mine, et qu'ils le préparoient ensuite à Rome. Théophraste, qui vivoit quatre cents ans avant Pline, fait mention du cinabre d'Espagne. Ces traits historiques semblent prouver que les mines d'Idria, bien plus voisines de Rome que celles d'Espagne, n'étoient pas encore connues; et de fait, l'Espagne étoit policée et commerçante, tandis que la Germanie étoit encore inculte.

On voit, par cette énumération des mines de mercure des différentes parties du monde, que toutes gisent dans les couches de la terre remuée et déposée par les eaux, et qu'aucune ne se trouve dans les montagnes produites par le feu primitif, ni dans les fentes du quarz : on voit de même qu'on ne trouve point le cinabre mêlé avec les mines des autres métaux, à l'exception de celles de fer en rouille, qui, comme l'on sait, sont de dernière formation. L'établissement des mines primordiales d'or, d'argent et de cuivre, dans la roche quarzeuse, est donc bien antérieur à celui des mines de mercure; et dès-lors n'en doit-on pas conclure que ces métaux fondus ou sublimés par le feu primitif n'ont pu saisir ni s'assimiler une matière qui, par sa volatilité, étoit alors, comme l'eau, réléguée dans l'atmosphère; que dès-lors il n'est pas possible que ces métaux contiennent un seul atome de cette matière volatile, et que par conséquent on doit renoncer à l'idée d'en tirer le mercure ou le principe mercuriel qui ne peut s'y trouver? Cette idée du mercure, principe existant dans l'or et l'argent, étoit fondée sur la grande affinité et l'attraction très-forte qui s'exerce entre le mercure et ces métaux; mais on doit considérer que toute attraction, toute pénétration, qui se fait entre un solide et un liquide, est généralement proportionnelle à la densité des deux matières, et que celle du mercure étant très-grande, et ses molécules infiniment petites, il peut aisément pénétrer les pores de ces métaux, et les humecter comme l'eau humecte la terre.

Mais suivons mes assertions : j'ai dit que le cinabre n'étoit point un vrai minéral, mais un simple composé de mercure saisi par le foie de soufre, et cela me paroît démontré par la composition du cinabre artificiel fait par la voie humide; il ne faut que le comparer avec la mine de mercure pour être convaincu de leur identité de substance. Le cinabre naturel en masse est d'un rouge très-foncé : il est composé d'aiguilles luisantes appliquées longitudinalement les unes sur les autres; ce qui seul suffit pour démontrer

la présence réelle du soufre. On en fait en Hollande du tout pareil et en grande quantité. Nous en ignorons la manipulation, mais nos chimistes l'ont à peu près devinée : ils font du cinabre artificiel par le moyen du feu, en mêlant du mercure au soufre fondu; et ils en font aussi par la voie humide, en combinant le mercure avec le foie de soufre. Ce dernier procédé paroît être celui de la Nature : le foie de soufre n'étant que le soufre lui-même combiné avec les matières alcalines, c'est-à-dire, avec toutes les matières terrestres, à l'exception de celles qui ont été produites par le feu primitif, on peut concevoir aisément que dans les lieux où le foie de soufre et le mercure se seront trouvés ensemble, comme dans les argiles, les grès, les pierres calcaires, les terres limoneuses et autres matières formées par le dépôt des eaux, la combinaison du mercure, du soufre et de l'alcali, se sera faite, et le cinabre aura été produit. Ce n'est pas que la Nature n'ait pu former aussi dans certaines circonstances du cinabre par le feu des volcans; mais en comparant les deux procédés par lesquels nous avons su l'imiter dans cette production du cinabre, on voit que celui de la sublimation par le feu exige un bien plus grand nombre de combinaisons que celui de la simple union du foie de soufre au mercure par la voie humide.

Le mercure n'a par lui-même aucune affinité avec les matières terreuses, et l'union qu'il contracte avec elles par le moyen du foie de soufre, quoique permanente, n'est point intime; car on le retire aisément des masses les plus dures de cinabre en les exposant au feu [1]. Ce n'est donc que par des accidens particuliers, et notamment par l'action des feux souterrains, que le mercure peut se séparer de sa mine, et c'est par cette raison qu'on le trouve si rarement dans son état coulant. Il n'est donc entré dans les matières terreuses que par imbibition comme tout autre liquide, et il s'y est uni au moyen de la combinaison de leurs alcalis avec le soufre; et cette imbibition ou humectation paroît bien démontrée, puisqu'il suffit de faire chauffer le cinabre pour le dessécher [2], c'est-à-dire, pour enlever le mercure, qui dès-lors s'exhale en

[1] Il est aisé de reconnoître si une pierre contient du mercure; il suffit de la faire chauffer et de la mettre toute rouge sous une cloche de verre, car alors la fumée qu'elle exhalera se convertit en petites gouttelettes de mercure coulant.

[2] Ceci est exactement vrai pour tout cinabre qui contient une base terreuse capable de retenir le soufre : cependant on doit excepter le cinabre qui ne seroit uniquement composé que de soufre et de mercure, car il se sublimeroit plutôt que de se décomposer; mais ce cinabre sans base terreuse ne se trouve guère dans la Nature.

vapeurs, comme l'eau s'exhale par le desséchement des terres humectées.

Le mercure a beaucoup moins d'affinité que la plupart des métaux avec le soufre, et il ne s'unit ordinairement avec lui que par l'intermède des terres alcalines : c'est par cette raison qu'on ne le trouve dans aucune mine pyriteuse, ni dans les minerais d'aucun métal, non plus que dans le quarz et autres matières vitreuses produites par le feu primitif; car les alcalis ni le soufre n'existoient pas encore dans le temps de la formation des matières vitreuses; et quoique les pyrites, étant d'une formation postérieure, contiennent déjà les principes du soufre, c'est-à-dire, l'acide et la substance du feu, ce soufre n'étoit ni développé ni formé, et ne pouvoit par conséquent se réunir à l'alcali, qui lui-même n'a été produit qu'après la formation des pyrites, ou tout au plus tôt en même temps.

Enfin, quoiqu'on ait vu par l'énumération que nous avons faite de toutes les mines connues, que le mercure ne se trouve en grande quantité que dans quelques endroits particuliers, où le soufre tout formé s'est trouvé réuni aux terres alcalines, il n'en faut cependant pas conclure que ces seuls endroits contiennent toute la quantité de mercure existante : on peut et même on doit croire au contraire qu'il y en a beaucoup à la surface et dans les premières couches de la terre; mais que ce minéral fluide étant, par sa nature, susceptible d'une division presque infinie, il s'est disséminé en molécules si ténues, qu'elles échappent à nos yeux, et même à toutes les recherches de notre art, à moins que par hasard, comme dans les exemples que nous avons cités, ces molécules ne se trouvent en assez grand nombre pour pouvoir les recueillir ou les réunir par la sublimation. Quelques auteurs ont avancé qu'on a tiré du mercure coulant, des racines d'une certaine plante semblable au doronic; qu'à la Chine on en tiroit du pourpier sauvage : je ne veux pas garantir ces faits; mais il ne me paroît pas impossible que le mercure disséminé en molécules très-petites soit pompé avec la sève par les plantes, puisque nous savons qu'elles pompent les particules du fer contenu dans la terre végétale.

En faisant subir au cinabre l'action du feu dans des vaisseaux clos, il se sublimera sans changer de nature, c'est-à-dire, sans se décomposer; mais en l'exposant au même degré de feu dans des vaisseaux ouverts, le soufre du cinabre se brûle, le mercure se volatilise et se perd dans les airs : on est donc obligé, pour le retenir, de le sublimer en vaisseaux clos; et afin de le séparer du soufre qui se sublime en même temps, on mêle avec le cinabre réduit

en poudre de la limaille de fer; ce métal ayant beaucoup plus d'affinité que le mercure avec le soufre, s'en empare à mesure que le feu le dégage, et, par cet intermède, le mercure s'élève seul en vapeurs, qu'il est aisé de recueillir en petites gouttes coulantes, dans un récipient à demi plein d'eau. Lorsqu'on ne veut que s'assurer si une terre contient du mercure, ou n'en contient pas, il suffit de mêler de la poudre de cette terre avec de la limaille de fer sur une brique que l'on couvre d'un vase de verre, et de mettre du feu sous cette brique; si la terre contient du mercure, on le verra s'élever en vapeurs qui se condenseront au haut du vase en petites gouttes de mercure coulant.

Après avoir considéré le mercure dans sa mine, où il fait partie du solide de la masse, il faut maintenant l'examiner dans son état fluide. Il a le brillant métallique peut-être plus qu'aucun autre métal, la même couleur ou plutôt le même blanc que l'argent; sa densité est entre celle du plomb et celle de l'or : il ne perd qu'un quatorzième de son poids dans une eau dont le pied cube est supposé peser soixante-douze livres, et par conséquent le pied cube de mercure pèse mille huit livres. Les élémens humides ne font sur le mercure aucune impression sensible; sa surface même ne se ternit à l'air que par la poussière qui la couvre, et qu'il est aisé d'en séparer par un simple et léger frottement : il paroît se charger de même de l'humidité répandue dans l'air; mais en l'essuyant, sa surface reprend son premier brillant.

On a donné le nom de *mercure vierge* à celui qui est le plus pur et le plus coulant, et qui se trouve quelquefois dans le sein de la terre après s'être écoulé de sa mine par la seule commotion, ou par un simple mouvement d'agitation, sans le secours du feu. Celui que l'on obtient par la sublimation est moins pur, et l'on pourra reconnoître sa grande pureté à un effet très-remarquable; c'est qu'en le secouant dans un tuyau de verre, son frottement produit alors une lumière sensible et semblable à l'éclair électrique : l'électricité est en effet la cause de cette apparence lumineuse.

Le mercure répandu sur la surface polie de toute matière avec laquelle il n'a point d'affinité, forme, comme tous les autres liquides, de petites gouttes globuleuses par la seule force de l'attraction mutuelle de ses parties. Les gouttes de mercure se forment non-seulement avec plus de promptitude, mais en plus petites masses, parce qu'étant douze ou quinze fois plus dense que les autres liquides, sa force d'attraction est bien plus grande et produit des effets plus apparens.

Il ne paroît pas qu'une chaleur modérée, quoique très-long-

temps appliquée, change rien à l'état du mercure coulant; mais lorsqu'on lui donne un degré de chaleur beaucoup plus fort que celui de l'eau bouillante, l'attraction réciproque de ses parties n'est plus assez forte pour les tenir réunies : elles se séparent et se volatilisent, sans néanmoins changer d'essence ni même s'altérer; elles sont seulement divisées et lancées par la force de la chaleur : on peut les recueillir en arrêtant cet effet par la condensation, et elles se représentent alors sous la même forme et telles qu'elles étoient auparavant.

Quoique la surface du mercure se charge des poussières de l'air, et même des vapeurs de l'eau qui flottent dans l'atmosphère, il n'a aucune affinité avec l'eau, et il n'en prend avec l'air que par le feu de calcination : l'air s'attache alors à sa surface et se fixe entre ses pores, sans s'unir bien intimement avec lui, et même sans se corrompre ni s'altérer; ce qui semble prouver qu'il n'y a que peu ou point de feu fixe dans le mercure, et qu'il ne peut en recevoir à cause de l'humidité qui fait partie de sa substance; et même l'on ne peut y attacher l'air qu'au moyen d'un feu assez fort et soutenu pendant plusieurs mois. Le mercure, par cette très-longue digestion dans des vaisseaux qui ne sont pas exactement clos, prend peu à peu la forme d'une espèce de chaux, qui néanmoins est différente des chaux métalliques; car, quoiqu'elle en ait l'apparence, ce n'est cependant que du mercure chargé d'air pur, et elle diffère des autres chaux métalliques en ce qu'elle se revivifie d'elle-même et sans addition d'aucune matière inflammable ou autre qui ait plus d'affinité avec l'air qu'il n'en a avec le mercure; il suffit de mettre cette prétendue chaux dans un vaisseau bien clos, et de la chauffer à un feu violent, pour qu'en se volatilisant, le mercure abandonne l'air avec lequel il n'étoit uni que par la force d'une longue contrainte et sans intimité, puisque l'air qu'on en retire est pur, et n'a contracté aucune des qualités du mercure; que d'ailleurs en pesant cette chaux, on voit qu'elle rend par sa réduction la même quantité, c'est-à-dire, autant d'air qu'elle en avoit saisi : mais lorsqu'on réduit les autres chaux métalliques, c'est l'air que l'on emporte en lui offrant des matières inflammables, au lieu que, dans celle-ci, c'est le mercure qui est emporté et séparé de l'air par sa seule volatilité[1].

---

[1] Ayant communiqué cet article à mon savant ami M. de Morveau, aux lumières duquel j'ai la plus grande confiance, je dois avouer qu'il ne s'est pas trouvé de mon avis; voici ce qu'il m'écrit à ce sujet : « Il paroît que la chaux de mercure est « une vraie chaux métallique, dans le sens des chimistes *Stahliens*, c'est-à-dire, « à laquelle il manque le feu fixe ou phlogistique. En voici trois preuves directes

Cette union de l'air avec le mercure n'est donc que superficielle; et quoique celle du soufre avec le mercure dans le cinabre ne soit pas bien intime, cependant elle est beaucoup plus forte et plus profonde : car en mettant le cinabre en vaisseaux clos comme la chaux de mercure, le cinabre ne se décompose pas; il se sublime sans changer de nature et sans que le mercure se sépare, au lieu que, par le même procédé, sa chaux se décompose et le mercure quitte l'air.

Le foie de soufre paroît être la matière avec laquelle le mercure a le plus de tendance à s'unir, puisque, dans le sein de la terre, le mercure ne se présente que sous la forme de cinabre. Le soufre seul, et sans mélange de matières alcalines, n'agit pas aussi puissamment sur le mercure : il s'y mêle à peu près comme les graisses lorsqu'on les triture ensemble; et ce mélange où le mercure disparoît, n'est qu'une poudre pesante et noire à laquelle les chimistes ont donné le nom d'*éthiops minéral*. Mais, malgré ce changement de couleur et malgré l'apparence d'une union assez intime entre le mercure et le soufre dans ce mélange, il est encore vrai que ce n'est qu'une union de contact et très-superficielle; car il est aisé d'en retirer sans perte et précisément la même quantité de mercure sans la moindre altération; et comme nous avons vu qu'il en est de même lorsqu'on revivifie le mercure du cinabre,

« entre bien d'autres. 1°. L'acide vitriolique devient sulfureux avec le mercure;
« il n'acquiert cette propriété qu'en prenant du phlogistique; il ne peut en prendre
« qu'où il y en a : le mercure contient donc du phlogistique. Le précipité *per se*
« de même avec l'acide vitriolique ne le rend pas sulfureux; il est donc privé de
« ce principe inflammable.

« 2°. L'acide nitreux forme de l'air nitreux avec toutes les matières qui peuvent
« lui fournir du phlogistique; cela arrive avec le mercure, non avec le précipité
« *per se* : l'un tient donc ce principe, et l'autre en est privé.

« 3°. Les métaux imparfaits traités au feu en vaisseaux clos avec la chaux du
« mercure, se calcinent pendant qu'il se détruit : ainsi l'un reçoit ce que l'autre
« perd. Avant l'opération, le métal imparfait pouvoit fournir au nitre le phlogis-
« tique nécessaire à sa déflagration; il ne le peut plus après l'opération : n'est-il
« pas évident qu'il en a été privé pendant cette opération? » Je conviens avec M. de Morveau de tous ces faits, et je conviendrai aussi de la conséquence qu'il en tire, pourvu qu'on ne la rende pas générale. Je suis bien éloigné de nier que le mercure ne contienne pas du feu fixe et de l'air fixe, puisque toutes les matières métalliques ou terreuses en contiennent : mais je persiste à penser qu'une explication où l'on n'emploie qu'un de ces deux élémens, est plus simple que toutes les autres où l'on a recours à deux; et c'est le cas de la chaux du mercure, dont la formation et la réduction s'expliquent très-clairement par l'union et la séparation de l'air, sans qu'il soit nécessaire de recourir au phlogistique; et nous croyons avoir très-suffisamment démontré que l'accession ou la récession de l'air fixé suffiroit pleinement pour opérer et expliquer tous les phénomènes de la formation et de la réduction des chaux métalliques.

il paroît démontré que le soufre, qui altère la plupart des métaux, ne cause aucun changement intérieur dans la substance du mercure.

Au reste, lorsque le mercure, par le moyen du feu et par l'addition de l'air, prend la forme d'une chaux ou d'une terre en poudre, cette poudre est d'abord noire, et devient ensuite d'un beau rouge en continuant le feu; elle offre même quelquefois de petits cristaux transparens et d'un rouge de rubis.

Comme la densité du mercure est très-grande, et qu'en même temps ses parties constituantes sont presque infiniment petites, il peut s'appliquer mieux qu'aucun autre liquide aux surfaces de tous les corps polis. La force de son union par simple contact avec une glace de miroir a été mesurée par un de nos plus savans physiciens, et s'est trouvée beaucoup plus forte qu'on ne pourroit l'imaginer. Cette expérience prouve encore, comme je l'ai dit à l'article de l'étain, qu'il y a entre la feuille d'étain et la glace une couche de mercure pur, vif, et sans mélange d'aucune partie d'étain, et que cette couche de mercure coulant n'est adhérente à la glace que par simple contact.

Le mercure ne s'unit donc pas plus avec le verre qu'avec aucune autre matière terreuse; mais il s'amalgame avec la plupart des substances métalliques. Cette union par amalgame est une humectation qui se fait souvent à froid et sans produire de chaleur ni d'effervescence, comme cela arrive dans les dissolutions : c'est une opération moyenne entre l'alliage et la dissolution; car la première suppose que les deux matières soient liquéfiées par le feu, et la seconde ne se fait que par la fusion ou la calcination du métal par le feu contenu dans le dissolvant, ce qui produit toujours de la chaleur : mais dans les amalgames il n'y a qu'humectation, et point de fusion ni de dissolution; et même un de nos plus habiles chimistes [1] a observé que non-seulement les amalgames se font sans produire de chaleur, mais qu'au contraire ils produisent un froid sensible qu'on peut mesurer en y plongeant un thermomètre.

On objectera peut-être qu'il se produit du froid pendant l'union de l'alcali minéral avec l'acide nitreux, du sel ammoniac avec l'eau, de la neige avec l'eau, et que toutes ces unions sont bien de vraies dissolutions : mais cela même prouve qu'il ne produit du froid que quand la dissolution commence par l'humectation; car la vraie cause de ce froid est l'évaporation de la chaleur de l'eau, ou

[1] M. Demachy.

des liqueurs en général, qui ne peuvent mouiller sans s'évaporer en partie.

L'or s'amalgame avec le mercure par le simple contact; il le reçoit à sa surface, le retient dans ses pores, et ne peut en être séparé que par le moyen du feu. Le mercure colore en entier les molécules de l'or; leur couleur jaune disparoît : l'amalgame est d'un gris tirant sur le brun si le mercure est saturé. Tous ces effets proviennent de l'attraction de l'or, qui est plus forte que celle des parties du mercure entre elles, et qui par conséquent les sépare les unes des autres, et les divise assez pour qu'elles puissent entrer dans les pores et humecter la substance de l'or; car en jetant une pièce de ce métal dans du mercure, il en pénétrera toute la masse avec le temps, et perdra précisément en quantité ce que l'or aura gagné, c'est-à-dire, ce qu'il aura saisi par l'amalgame. L'or est donc de tous les métaux celui qui a la plus grande affinité avec le mercure, et on a employé très-utilement le moyen de l'amalgame pour séparer ce métal précieux de toutes les matières étrangères avec lesquelles il se trouve mêlé dans ses mines. Au reste, pour amalgamer promptement l'or ou d'autres métaux, il faut les réduire en feuilles minces ou en poudre, et les mêler avec le mercure par la trituration.

L'argent s'unit aussi avec le mercure par le simple contact; mais il ne le retient pas aussi puissamment que l'or, leur union est moins intime; et comme la couleur de l'argent est à peu près la même que celle du mercure, sa surface devient seulement plus brillante lorsqu'elle en est humectée : c'est ce beau blanc brillant qui a fait donner au mercure le nom de *vif-argent*.

Cette grande affinité du mercure avec l'or et l'argent sembleroit indiquer qu'il doit se trouver dans le sein de la terre des amalgames naturels de ces métaux; cependant, depuis qu'on recherche et recueille des minéraux, à peine a-t-on un exemple d'or natif amalgamé, et l'on ne connoît en argent que quelques morceaux tirés des mines d'Allemagne, qui contiennent une quantité assez considérable de mercure pour être regardés comme de vrais amalgames. Il est aisé de concevoir que cette rareté des amalgames naturels vient de la rareté même du mercure dans son état coulant; et ce n'est, pour ainsi dire, qu'entre nos mains qu'il est dans cet état, au lieu que dans celles de la Nature il est en masse solide de cinabre, et dans des endroits particuliers très-différens, très-éloignés de ceux où se trouvent l'or et l'argent primitifs, puisque ce n'est que dans les fentes du quarz et dans les montagnes produites par le feu que gisent ces métaux de première formation,

tandis que c'est dans les couches formées par le dépôt des eaux que se trouve le mercure.

L'or et l'argent sont les seules matières qui s'amalgament à froid avec le mercure : il ne peut pénétrer les autres substances métalliques qu'au moyen de leur fusion par le feu; il s'amalgame aussi très-bien par ce même moyen avec l'or et l'argent. L'ordre de la facilité de ces amalgames est, l'or, l'argent, l'étain, le plomb, le bismuth, le zinc et l'arsenic : mais il refuse de s'unir et de s'amalgamer avec le fer, ainsi qu'avec les régules d'antimoine et de cobalt. Dans ces amalgames qui ne se font que par la fusion, il faut chauffer le mercure jusqu'au degré où il commence à s'élever en vapeurs, et en même temps faire rougir au feu la poudre des métaux qu'on veut amalgamer pour la triturer avec le mercure chaud. Les métaux qui, comme l'étain et le plomb, se fondent avant de rougir, s'amalgament plus aisément et plus promptement que les autres; car ils se mêlent avec le mercure qu'on projette dans leur fonte, et il ne faut que la remuer légèrement pour que le mercure s'attache à toutes leurs parties métalliques. Quant à l'or, l'argent et le cuivre, ce n'est qu'avec leurs poudres rougies au feu que l'on peut amalgamer le mercure; car si l'on en versoit sur ces métaux fondus, leur chaleur trop forte, dans cet état de fusion, non-seulement le sublimeroit en vapeurs, mais produiroit des explosions dangereuses.

Autant l'amalgame de l'or et de l'argent se fait aisément, soit à chaud, soit à froid, autant l'amalgame du cuivre est difficile et lent : la manière la plus sûre et la moins longue de faire cet amalgame, est de tremper des lames de cuivre dans la dissolution du mercure par l'acide nitreux; le mercure dissous s'attache au cuivre, et en blanchit les lames. Cette union du mercure et du cuivre ne se fait donc que par le moyen de l'acide, comme celle du mercure et du soufre se fait par le moyen de l'alcali.

On peut verser du mercure dans du plomb fondu, sans qu'il y ait explosion, parce que la chaleur qui tient le plomb en fusion, est fort au-dessous de celle qui est nécessaire pour y tenir l'or et l'argent : aussi l'amalgame se fait très-aisément avec le plomb fondu; il en est de même de l'étain : mais il peut aussi se faire à froid avec ces deux métaux, en les réduisant en poudre et les triturant long-temps avec le mercure; c'est avec cet amalgame de plomb qu'on lute les bocaux ou vases de verre dans lesquels on conserve les animaux dans l'esprit-de-vin.

L'amalgame avec l'étain est d'un très-grand et très-agréable usage pour l'étamage des glaces : ainsi des six métaux il y en a

quatre, l'or, l'argent, le plomb et l'étain, avec lesquels le mercure s'amalgame naturellement, soit à chaud, soit à froid; il ne se joint au cuivre que par intermède; enfin il refuse absolument de s'unir au fer; et nous allons trouver les mêmes différences dans les demi-métaux.

Le bismuth et le mercure s'unissent en les triturant ensemble; ils s'amalgament encore mieux lorsque le bismuth est en fusion, et ils forment des cristaux noirs assez réguliers, et qui ont peu d'adhérence entre eux : mais cette cristallisation du bismuth n'est pas un effet qui lui soit propre et particulier; car l'on est également parvenu à obtenir par le mercure une cristallisation de tous les métaux avec lesquels il peut s'unir.

Lorsqu'on mêle le mercure avec le zinc en fusion, il se fait un bruit de *grésillement*, semblable à celui de l'huile bouillante dans laquelle on trempe un corps froid; cet amalgame prend d'abord une sorte de solidité, et redevient fluide par la simple trituration. Le même effet arrive lorsqu'on verse du mercure dans de l'huile bouillante; il y prend même une solidité plus durable que dans le zinc fondu. Néanmoins cette union du zinc et du mercure paroît être un véritable amalgame; car l'un de nos plus savans chimistes, M. Sage, a reconnu qu'il se cristallise comme les autres amalgames, et d'ailleurs le mercure semble dissoudre à froid quelque portion du zinc : cependant cette union du zinc et du mercure paroît être incomplète; car il faut agiter le bain, qui est toujours gluant et pâteux.

On ne peut pas dire non plus qu'il se fasse un amalgame direct et sans intermède entre le mercure et le régule d'arsenic, lors même qu'il est en fusion. Enfin le mercure ne peut s'amalgamer d'aucune manière avec l'antimoine et le cobalt. Ainsi de tous les demi-métaux le bismuth est le seul avec lequel le mercure s'amalgame naturellement : et qui sait si cette résistance à s'unir avec ces substances métalliques, et la facilité de s'amalgamer avec d'autres, et particulièrement avec l'or et l'argent, ne provient pas de quelque qualité commune dans leur tissu, qui leur permet de s'humecter de cette eau métallique, laquelle a tant de rapport avec eux par sa densité?

Quoi qu'il en soit, on voit par ces différentes combinaisons du mercure avec les matières métalliques, qu'il n'a réellement d'affinité bien sensible qu'avec l'or et l'argent, et que ce n'est, pour ainsi dire, que par force, et par des affinités préparées par le feu, qu'il se joint aux autres métaux, et que même il s'unit plus facilement et plus intimement avec les substances animales et végé-

tales qu'avec toutes les matières minérales, à l'exception de l'or et de l'argent.

Au reste, ce n'est point un amalgame, mais un onguent, que forme le mercure mêlé par la trituration avec les huiles végétales et les graisses animales; elles agissent sur le mercure comme le foie de soufre; elles le divisent en particules presque infiniment petites; et par cette division extrême, cette matière si dense pénètre tous les pores des corps organisés, surtout ceux où elle se trouve aidée de la chaleur, comme dans le corps des animaux, sur lequel elle produit des effets salutaires ou funestes, selon qu'elle est administrée. Cette union des graisses avec le mercure paroît même être plus intime que celle de l'amalgame qui se fait à froid avec l'or et l'argent, parce que deux fluides qui ont ensemble quelque affinité, se mêleront toujours plus aisément qu'un solide avec un fluide, quand même il y auroit entre eux une plus forte attraction : ainsi les graisses agissent peut-être plus puissamment que ces métaux sur la substance du mercure, parce qu'en se rancissant elles saisissent l'acide aérien, qui doit agir sur le mercure; et la preuve en est qu'on peut le retirer sans aucune perte de tous les amalgames, au lieu qu'en fondant la graisse on ne le retire pas en entier, surtout si l'onguent a été gardé assez long-temps pour que la graisse ait exercé toute son action sur le mercure.

Considérant maintenant les effets des dissolvans sur le mercure, nous verrons que les acides ne le dissolvent pas également comme ils dissolvent les métaux, puisque le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, ne l'attaque qu'au moyen d'une forte chaleur. Il en est à peu près de même de l'acide marin : pour qu'il s'unisse intimement avec le mercure, il faut que l'un et l'autre soient réduits en vapeurs, et de leur combinaison résulte un sel d'une qualité très-funeste, qu'on a nommé *sublimé corrosif*. Dans cet état forcé, le mercure ne laisse pas de conserver une si grande attraction avec lui-même, qu'il peut se surcharger des trois quarts de son poids de mercure nouveau; et c'est en chargeant ainsi le sublimé corrosif de nouveau mercure, qu'on en diminue la qualité corrosive, et qu'on en fait une préparation salutaire, qu'on appelle *mercure doux*, qui contient en effet si peu de sel marin, qu'il n'est pas dissoluble dans l'eau. On peut donc dire que le mercure oppose une grande résistance à l'action de l'acide vitriolique et de l'acide marin; mais l'acide nitreux le disout avec autant de promptitude que d'énergie : lorsque cet acide est pur, il a la puissance de le dissoudre sans le secours de la chaleur; cette dissolution produit un sel blanc qui peut se cristalliser, et qui est corrosif comme celui

de la dissolution d'argent par cet acide. Dans cette dissolution, le mercure est en partie calciné; car, après la formation des cristaux, il se précipite en poudre d'un jaune citrin qu'on peut regarder comme une chaux de mercure. Au reste, l'acide nitreux, qui dissout si puissamment le mercure coulant, n'attaque point le cinabre, parce que le mercure y est défendu par le soufre qui l'enveloppe, et sur lequel cet acide n'a point d'action. Cette différence entre le mercure et le soufre semble indiquer qu'autant le soufre contient de feu fixe, autant le mercure en est privé; et cela confirme l'idée, que l'essence du mercure tient plus à l'élément de l'eau qu'à celui du feu.

Des acides végétaux, celui du tartre est le seul qui agisse sensiblement sur le mercure; le vinaigre ne l'attaque pas dans son état coulant, et ne s'unit qu'avec sa chaux: mais en triturant longtemps la crème de tartre avec le mercure coulant, on vient à bout de les unir en y ajoutant néanmoins un peu d'eau; on pourroit donc dire qu'aucun acide végétal n'agit directement et sans intermède sur le mercure. Il en est de même des acides qu'on peut tirer des animaux: ils ne dissolvent ni n'attaquent le mercure, à moins qu'ils ne soient mêlés d'huile ou de graisse; en sorte qu'à tout considérer, il n'y a que l'acide aérien qui agisse à la longue par l'intermède des graisses sur le mercure, et l'acide nitreux qui le dissolve d'une manière directe et sans intermède: car les alcalis fixes ou volatils n'ont aucune action sur le mercure coulant, et ne peuvent se combiner avec lui que quand ils le saisissent en vapeurs ou en dissolutions; ils le précipitent alors sous la forme d'une poudre ou chaux, mais que l'on peut toujours revivifier sans addition de matière charbonneuse ou inflammable: on produit cet effet par les seuls rayons du soleil, au foyer d'un verre ardent.

Une preuve particulière de l'impuissance des acides végétaux ou animaux pour dissoudre le mercure, c'est que l'acide des fourmis, au lieu de dissoudre sa chaux, la revivifie; il ne faut pour cela que les tenir ensemble en digestion.

Le mercure n'étant par lui-même ni acide, ni alcalin, ni salin, ne me paroît pas devoir être mis au nombre des dissolvans, quoiqu'il s'attache à la surface et pénètre les pores de l'or, de l'argent et de l'étain: ces trois métaux sont les seules matières auxquelles il s'unit dans son état coulant, et c'est moins une dissolution qu'une humectation; ce n'est que par addition aux surfaces et par juxtaposition, et non par pénétration intime et décomposition de la substance de ces métaux, qu'il se combine avec eux.

Non-seulement tous les alcalis, ainsi que les terres absorbantes, précipitent le mercure de ses dissolutions et le font tomber en poudre noire ou grise, qui prend avec le temps une couleur rouge, mais certaines substances métalliques le précipitent également : le cuivre, l'étain et l'antimoine ne décomposent pas ces dissolutions; et ces précipités, tous revivifiés, offrent également du mercure coulant.

On détruit en quelque sorte la fluidité du mercure en l'amalgamant avec les métaux, ou en l'unissant avec les graisses : on peut même lui donner une demi-solidité en le jetant dans l'huile bouillante; il y prend assez de consistance pour qu'on puisse le manier, l'étendre, et en faire des anneaux et d'autres petits ouvrages; le mercure reste dans cet état de solidité, et ne reprend sa fluidité qu'à l'aide d'une chaleur assez forte.

Il y a donc deux circonstances bien éloignées l'une de l'autre, dans lesquelles néanmoins le mercure prend également de la solidité, et ne reprend de la fluidité que par l'accession de la chaleur : la première est celle du très-grand froid, qui ne lui donne qu'une solidité presque momentanée, et que le moindre degré de diminution de ce froid, c'est-à-dire, la plus petite augmentation de chaleur, liquéfie; la seconde au contraire n'est produite que par une très-grande chaleur, puisqu'il prend cette solidité dans l'huile bouillante ou dans le zinc en fusion, et qu'il ne peut ensuite se liquéfier que par une chaleur encore plus grande. Quelle conséquence directe peut-on tirer de la comparaison de ces deux mêmes effets dans des circonstances si opposées, sinon que le mercure participant de la nature de l'eau et de celle du métal, il se gèle, comme l'eau, par le froid, d'une part, et, de l'autre, se consolide, comme fait un métal en fusion, par la température actuelle, en ne reprenant sa fluidité, comme tout autre métal, que par une forte chaleur? Néanmoins cette conséquence n'est peut-être pas la vraie, et il se peut que cette solidité qu'acquiert le mercure dans l'huile bouillante et dans le zinc fondu, provienne du changement brusque d'état que la forte chaleur occasione dans ses parties intégrantes, et peut-être aussi de la combinaison réelle des parties de l'huile ou du zinc qui en font un amalgame solide.

Quoi qu'il en soit, on ne connoît aucun autre moyen de fixer le mercure; les alchimistes ont fait de vains et immenses travaux pour atteindre ce but : l'homme ne peut transmuer les substances, ni d'un liquide de nature en faire un solide par l'art; il n'appartient qu'à la Nature de changer les essences[1] et de convertir les élé-

---

[1] Je ne puis donner une entière confiance en ce qui est rapporté dans les *Ré-*

mens, et encore faut-il qu'elle soit aidée de l'éternité du temps, qui, réunie à ses hautes puissances, amène toutes les combinaisons possibles, et toutes les formes dont la matière peut devenir susceptible.

Il en est à peu près de même des grandes recherches et des longs travaux que l'on a faits pour tirer le mercure des métaux; nous avons vu qu'il ne peut pas exister dans les mines primordiales formées par le feu primitif; dès-lors il seroit absurde de s'obstiner à le rechercher dans l'or, l'argent et le cuivre primitifs, puisqu'ils ont été produits et fondus par ce feu : il sembleroit plus raisonnable d'essayer de le trouver dans les matières dont la formation est contemporaine ou peu antérieure à la sienne; mais l'idée de ce projet s'évanouit encore lorsqu'on voit que le mercure ne se trouve dans aucune mine métallique, même de seconde formation, et que le seul fer décomposé et réduit en rouille l'accompagne quelquefois dans sa mine, où étant toujours uni au soufre et à l'alcali, ce n'est et ne peut même être que dans les terres grasses et chargées des principes du soufre par la décomposition des pyrites, qu'on pourra se permettre de le rechercher avec quelque espérance de succès.

Cependant plusieurs artistes, qui même ne sont pas alchimistes, prétendent avoir tiré du mercure de quelques substances métalliques : car nous ne parlerons pas du *prétendu mercure* des *prétendus philosophes*, qu'ils disent être plus pesant, moins volatil, plus pénétrant, plus adhérent aux métaux, que le mercure ordinaire, et qui leur sert de base comme fluide ou solide; ce mercure philosophique n'est qu'un être d'opinion, un être dont l'existence n'est fondée que sur l'idée assez spécieuse, que le fonds de tous les métaux est une matière commune, une terre que Becher a nommée *terre mercurielle*, et que les autres alchimistes ont regardée comme la base des métaux : or il me paroît qu'en retranchant l'excès de ces idées, et les examinant sans préjugé, elles sont aussi fondées que celles de quelques autres actuellement adoptées dans la chimie. Ces êtres d'opinion dont on fait des principes, portent également sur l'observation de plusieurs qualités communes, qu'on voudroit expliquer par un même agent doué d'une propriété générale : or, comme les métaux ont évidemment plusieurs qualités

créations chimiques, par M. Parmentier, tome I, page 339 et suivantes. C'est néanmoins ce que nous avons de plus authentique sur la transmutation des métaux : on y donne un procédé pour convertir le mercure en or, résistant à toute épreuve, et ce, par le moyen de l'acide du tartre; ce procédé, qui est de Constantin, a été répété par Mayer, et vérifié par M. Parmentier, qui a soin d'avancer qu'il n'est pas fait pour enrichir.

communes, il n'est pas déraisonnable de chercher quelle peut être la substance active ou passive qui, se trouvant également dans tous les métaux, sert de base générale à leurs propriétés communes; on peut même donner un nom à cet être idéal pour pouvoir en parler et s'étendre sur ses propriétés supposées; c'est là tout ce qu'on doit se permettre; le reste est un excès, une source d'erreurs, dont la plus grande est de regarder ces êtres d'opinion comme réellement existans, et de les donner pour des substances matérielles, tandis qu'ils ne représentent que par abstraction des qualités communes de ces substances.

Nous avons présenté dans le premier volume de cette histoire, la grande division des matières qui composent le globe de la terre: la premiere classe contient la matière vitreuse fondue par le feu; la seconde, les matières calcaires formées par les eaux; la troisième, la terre végétale provenant du détriment des végétaux et des animaux : or il ne paroît pas que les métaux soient expressément compris dans ces trois classes, car ils n'ont pas été réduits en verre par le feu primitif; ils tirent encore moins leur origine des substances calcaires ou de la terre végétale. On doit donc les considérer comme faisant une classe à part, et certainement ils sont composés d'une matière plus dense que celle de toutes les autres substances : or quelle est cette matière si dense? est-ce une terre solide, comme leur dureté l'indique? est-ce un liquide pesant, comme leur affinité avec le mercure semble aussi l'indiquer? est-ce un composé de solide et de liquide tel que la prétendue terre mercurielle? ou plutôt n'est-ce pas une matière semblable aux autres matières vitreuses, et qui n'en diffère essentiellement que par sa densité et sa volatilité? car on peut aussi la réduire en verre. D'ailleurs les métaux, dans leur état de nature primitive, sont mêlés et incorporés dans les matières vitreuses; ils ont seuls la propriété de donner au verre des couleurs fixes que le feu même ne peut changer. Il me paroît donc que les parties les plus denses de la matière terrestre étant douées, relativement à leur volume, d'une plus forte attraction réciproque, elles se sont, par cette raison, séparées des autres, et réunies entre elles sous un plus petit volume; la substance des métaux prise en général ne présente donc qu'un seul but à nos recherches, qui seroit de trouver, s'il est possible, les moyens d'augmenter la densité de la matière vitreuse au point d'en faire un métal, ou seulement d'augmenter celle des métaux qu'on appelle imparfaits, autant qu'il seroit nécessaire pour leur donner la pesanteur de l'or. Ce but est peut-être placé au-delà des limites de la puissance de notre art; mais

au moins il n'est pas absolument chimérique, puisque nous avons déjà reconnu une augmentation considérable de pesanteur spécifique dans plusieurs alliages métalliques.

Le chimiste Juncker a prétendu transmuer le cuivre en argent, et il a recueilli les procédés par lesquels on a voulu tirer du mercure des métaux; je suis persuadé qu'il n'en existe dans aucun métal de première formation, non plus que dans aucune mine primordiale, puisque ces métaux et le mercure n'ont pu être produits ensemble. M. Grosse, de l'Académie des Sciences, s'est trompé sur le plomb dont il a dit avoir tiré du mercure; car son procédé a été plusieurs fois répété, et toujours sans succès, par les plus habiles chimistes : mais quoique le mercure n'existe pas dans les métaux produits par le feu primitif, non plus que dans leurs mines primordiales, il peut se trouver dans les mines métalliques de dernière formation, soit qu'elles aient été produites par le dépôt et la stillation des eaux, ou par le moyen du feu et par la sublimation dans les terrains volcanisés.

Plusieurs auteurs célèbres, et entre autres Becher et Lancelot, ont écrit qu'ils avoient tiré du mercure de l'antimoine; quelques-uns même ont avancé que ce demi-métal n'étoit que du mercure fixé par une vapeur arsenicale. M. de Souhey, ci-devant médecin consultant du roi, a bien voulu me communiquer un procédé par lequel il assure aussi avoir tiré du mercure de l'antimoine [1].

---

[1] « Le mercure, dit M. de Souhey, est un mixte aqueux et terreux, dans le-« quel il entre une portion du principe inflammable ou sulfureux, et qui est chargé « jusqu'à l'excès de la troisième terre de Becher; voilà, dit-il, la meilleure défi-« nition qu'on puisse donner du mercure. Il m'a paru si avide du principe cons-« tituant les métaux et les demi-métaux, que je suis parvenu à précipiter ceux-ci « avec le mercure ordinaire sous une forme de chaux réductible, sans addition, « avec le secours de l'eau et avec celui du feu; j'ai ainsi calciné tous les métaux, « même les plus parfaits, d'une manière aussi irréductible, avec du mercure tiré « des demi-métaux.

« L'affinité du mercure est si grande avec les métaux et les demi-métaux, qu'on « pourroit, pour ainsi dire, assurer que le mercure est au règne minéral ce que « l'eau est aux deux autres règnes. Pour prouver cette assertion, j'ai fait des essais « sur les demi-métaux, et j'expose seulement ici le procédé fait sur le régule d'an-« timoine. En fondant une partie de ce régule avec deux parties d'argent (qui sert « ici d'intermède, et qu'on sépare, l'opération finie), on réduira cette matière « en poudre qu'on amalgamera avec cinq ou six parties de mercure; on triturera « le mélange avec de l'eau de fontaine, pendant douze à quinze heures, jusqu'à « ce qu'elle en sorte blanche; l'amalgame sera long-temps brun, et, par les lotions « réitérées, l'eau entraînera peu à peu avec elle le régule sous une forme de chaux « noire entièrement fusible; cette chaux recueillie avec soin, séchée et mise au « feu dans une cornue, on en sépare le mercure qui s'y étoit mêlé; en décantant « l'eau qui a servi à nettoyer l'amalgame, on ne trouvera que les deux tiers du

D'autres chimistes disent avoir augmenté la quantité du mercure en traitant le sublimé corrosif avec le cinabre d'antimoine ; d'autres, par des préparations plus combinées, prétendent avoir converti quelques portions d'argent en mercure ; d'autres enfin assurent en avoir tiré de la limaille de fer, ainsi que de la chaux du cuivre, et même de l'argent et du plomb, à l'aide de l'acide marin.

C'est par l'acide marin, et même par les sels qui en contiennent, que le mercure est précipité plus abondamment de ses dissolutions, et ces précipités ne sont point en poudre sèche, mais en mucilage ou gelée blanche, qui a quelque consistance ; c'est une sorte de sel mercuriel, qui néanmoins n'est guère soluble dans l'eau. Les autres précipités du mercure par l'alcali et par les terres absorbantes sont en poudre de couleurs différentes : tous ces précipités détonent avec le soufre ; et M. Bayen a reconnu qu'ils retiennent tous quelques portions de l'acide dissolvant, et des substances qui ont servi à la précipitation.

On connoît en médecine les grands effets du mercure mêlé avec les graisses, dans lesquelles néanmoins on le croiroit éteint : il suffit de se frotter la peau de cette pommade mercurielle, pour que ce fluide si pesant soit saisi par intussusception et entraîné

« poids du régule qui avoit été fondu et ensuite amalgamé avec le mercure ; on « sépare aussi par la sublimation celui qui étoit resté avec l'argent : alors, si l'opé- « ration a été bien faite, l'argent sera dégagé de tout alliage, et très-blanc ; le « mercure aura augmenté sensiblement de poids, en tenant compte de celui qui « étoit mêlé avec la chaux du régule qu'on suppose avoir été séparé par la distilla- « tion. On peut conclure que le mercure s'est approprié le tiers du poids qui man- « que sur la totalité du régule, et que ce tiers s'est réduit en mercure, ne pouvant « plus s'en séparer ; les deux tiers restans quittent l'état de chaux si on les rétablit « par les procédés ordinaires avec le flux noir ou autre fondant, et l'expérience peut « être répétée jusqu'à ce que le régule d'antimoine soit en entier réduit en mercure.

« Si l'on fait évaporer jusqu'à siccité l'eau qui a servi aux lotions, après l'avoir « laissée déposer, il restera une terre grisâtre ayant un goût salin, et rougissant « un peu au feu ; cette terre appartenoit au mercure, qui l'a déposée dans l'eau « qui la tenoit en dissolution.

« Le mercure, dans l'opération ci-dessus, fait la fonction du feu, et produit « les mêmes effets : il a fait disparoître du régule d'antimoine son aspect brillant ; « il lui a fait perdre une partie de son poids en le calcinant d'une manière irréduc- « tible, sans addition, avec le secours de l'eau et de la trituration, aussi com- « plétement que pourroit le faire le feu.

On peut remarquer dans cet exposé de M. de Souhey, que son idée sur l'essence du mercure, qu'il regarde comme une eau métallique, s'accorde avec les miennes : mais j'observerai qu'il n'est pas étonnant que les métaux traités avec le mercure se calcinent même par la simple trituration ; on sait que le métal fixe retient un peu de mercure au feu de distillation ; on sait aussi que le mercure emporte à la distillation un peu des métaux fixes : ainsi, tant qu'on n'aura pas purifié le mercure que l'on croit avoir augmenté par le mercure d'antimoine, ce fait ne sera pas démontré.

dans toutes les parties intérieures du corps, qu'il pénètre intimement, et sur lesquelles il exerce une action violente, qui se porte particulièrement aux glandes, et se manifeste par la salivation : le mercure, dans cet état de pommade ou d'union avec la graisse, a donc une très-grande affinité avec les substances vivantes, et son action paroît cesser avec la vie; elle dépend, d'une part, de la chaleur et du mouvement des fluides du corps, et, d'autre part, de l'extrême division de ses parties, qui, quoique très-pesantes en elles-mêmes, peuvent, dans cet état de petitesse extrême, nager avec le sang, et même y surnager, comme il surnage les acides dans sa dissolution en formant une pellicule audessus de la liqueur dissolvante. Je ne vois donc pas qu'il soit nécessaire de supposer au mercure un état salin pour rendre raison de ses effets dans les corps animés, puisque son extrême division suffit pour les produire, sans addition d'aucune autre matière étrangère que celle de la graisse qui en a divisé les parties et leur a communiqué son affinité avec les substances animales; car le mercure en masse coulante, et même en cinabre, appliqué sur le corps, ou pris intérieurement, ne produit aucun effet sensible, et ne devient nuisible que quand il est réduit en vapeurs par le feu, ou divisé en particules infiniment petites par les substances qui, comme les graisses, peuvent rompre les liens de l'attraction réciproque de ses parties.

DE L'ANTIMOINE.

De même que le mercure est plutôt une eau métallique qu'un métal, l'antimoine et les autres substances auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux*, ne sont dans la réalité que des terres métalliques, et non pas des métaux. L'antimoine dans sa mine est uni aux principes du soufre, et les contient en grande quantité, comme le mercure dans sa mine est de même abondamment mêlé avec le soufre et l'alcali : il a donc pu se former, comme le cinabre, par l'intermède du foie de soufre dans les terres calcaires et limoneuses qui contiennent de l'alcali; et en général il me paroît que le foie de soufre a souvent aidé plus qu'aucun autre agent à la minéralisation de tous les métaux. De plus, l'antimoine et le cinabre, quoique si différens en apparence, ont néanmoins plusieurs rapports ensemble et une grande tendance à s'unir. L'esprit

de sel a autant d'affinité avec le mercure qu'avec le régule d'antimoine. D'ailleurs, quoique le cinabre diffère beaucoup de l'antimoine cru par la densité [1], ils se ressemblent par la quantité de soufre qu'ils contiennent; et cette quantité de soufre est même plus grande dans l'antimoine, relativement à son régule, que dans le cinabre, relativement au mercure coulant. L'antimoine cru contient ordinairement plus d'un tiers de parties sulfureuses sur moins de deux tiers de parties qu'on appelle *métalliques*, quoiqu'elles ne se réduisent point en métal, mais en un simple régule auquel on ne peut donner ni la ductilité ni la fixité, qui sont deux propriétés essentielles aux métaux. La plupart des mines d'antimoine, ainsi que celles de cinabre, se trouvent donc également dans les montagnes à couches : mais quelques-unes gisent aussi, comme les galènes de plomb, dans les fentes du quarz en état pyriteux; ce qui leur est commun avec plusieurs minerais formés secondairement par l'action des principes minéralisateurs: aussi les gangues qui accompagnent le minerai de l'antimoine sont-elles de diverse nature, selon la position de la mine dans des couches de matières différentes; ce sont ou des pierres vitreuses et schisteuses, ou des terres argileuses, calcaires, etc.; et il est toujours aisé d'en séparer la mine d'antimoine par une première fusion, parce qu'il ne lui faut pas un grand feu pour la fondre, et qu'en la mettant dans des vaisseaux percés de petits trous, elle coule avec son soufre et tombe dans d'autres vases, en laissant dans les premiers toute la pierre ou la terre dont elle étoit mêlée. Cet antimoine de première fusion, et qui contient encore son soufre, s'appelle *antimoine cru*, et il est déjà bien différent de ce qu'il étoit dans sa mine, où il se présente sans aucune forme régulière ni structure distincte, et souvent en masses informes, qu'on reconnoît néanmoins pour des matières minérales à leur tissu serré, à leur grain fin comme celui de l'acier, et au poli qu'on peut leur donner, ou qu'elles ont naturellement, mais qui s'éloignent en même temps de l'essence métallique, en ce qu'elles sont cassantes comme le verre, et même beaucoup plus friables. Le minerai d'antimoine se présente aussi en petites masses composées de lames minces comme celles de la galène de plomb, mais presque toujours disposées d'une manière assez confuse. Toutes ces mines d'antimoine se fondent sans se décomposer, c'est-à-dire, sans se séparer

---

[1] La pesanteur spécifique de l'antimoine cru est de 40643, et celle du régule d'antimoine est de 67021; et de même la pesanteur spécifique du cinabre est de 102185, et celle du mercure coulant est de 135681.

des principes minéralisateurs avec lesquels ce minéral est uni; et dans cet état qu'on obtient aisément par la liquation, l'antimoine a déjà pris une forme plus régulière et des caractères plus décidés; il est alors d'un gris bleuâtre et brillant, et son tissu est composé de longues aiguilles fines très-distinctes, quoique posées les unes sur les autres encore assez irrégulièrement.

Lorsqu'on a obtenu par la fonte cet antimoine cru, ce n'est encore, pour ainsi dire, qu'un minerai d'antimoine qu'il faut ensuite séparer de son soufre; pour cela on le réduit en poudre qu'on met dans un vaisseau de terre évasé; on le chauffe par degrés en le remuant continuellement; le soufre s'évapore peu à peu, et l'on ne cesse le feu que quand il ne s'élève plus de vapeurs sulfureuses. Dans cette calcination, comme dans toutes les autres, l'air s'attache à la surface des parties du minéral, qui, par cette addition de l'air, augmente de volume et prend la forme d'une chaux grise; pour obtenir l'antimoine en régule, il faut débarrasser cette chaux de l'air qu'elle a saisi en lui présentant quelque matière inflammable avec laquelle l'air ayant plus d'affinité, laisse l'antimoine dans son premier état, et même plus pur et plus parfait qu'il ne l'étoit avant la calcination : mais si l'on continue le feu sur la chaux d'antimoine sans y mêler des substances inflammables, on n'obtient, au lieu de régule, qu'une matière compacte et cassante d'un jaune rougeâtre plus ou moins foncé, quelquefois transparente, quelquefois opaque et noire si la calcination n'a été faite qu'à demi; les chimistes ont donné le nom de *foie d'antimoine* à cette matière opaque, et celui de *verre d'antimoine* à la première qui est transparente. On fait ordinairement passer l'antimoine cru par l'un de ces trois états de chaux, de foie ou de verre, pour avoir son régule : mais on peut aussi tirer ce régule immédiatement de l'antimoine cru [1], en le réduisant en poudre, et le faisant fondre en vaisseaux clos avec addition de quelques matières qui ont plus d'affinité avec le soufre qu'avec l'antimoine, en sorte qu'après cette réduction ce n'est plus de l'antimoine cru

---

[1] « Ce régule se tire également de l'antimoine cru par une sorte de précipitation « par la voie sèche : on le mêle pour cela avec des matières qui ont plus d'affinité « avec le soufre; le mélange étant dissous par le feu, la fluidité met en jeu ces « affinités, et le régule, plus pesant que les scories sulfureuses, forme au fond du « creuset un beau culot cristallisé, que les alchimistes ont pris pour l'étoile des « mages. » (*Élémens de chimie*, par M. de Morveau, tome I, page 254.) Ce nom même de *régule* ou *petit roi*, a été donné par eux à ce culot métallique de l'antimoine, qui sembloit, au gré de leur espérance, annoncer l'arrivée du grand roi, c'est-à-dire, de l'or.

mêlé de soufre, mais de l'antimoine épuré, perfectionné par les mêmes moyens que l'on perfectionne le fer pour le convertir en acier [1]. Ce régule d'antimoine ressemble à un métal par son opacité, sa dureté, sa densité : mais il n'a ni ductilité, ni ténacité, ni fixité, et n'en peut même acquérir par aucun moyen ; il est cassant, presque friable, et composé de facettes d'un blanc brillant, quoiqu'un peu brun. Ce régule est un produit de notre art, qui ne doit se trouver dans la Nature que par accident, et dans le voisinage des feux souterrains ; c'est un état forcé, différent de celui de l'antimoine naturel, et on peut lui rendre ce premier état en lui rendant le soufre dont on l'a dépouillé ; car il suffit de fondre ce régule avec du soufre pour en faire un antimoine artificiel, que les chimistes ont appelé *antimoine ressuscité*, parce qu'il ressemble à l'antimoine cru, et qu'il est composé, dans son intérieur, des mêmes matières également disposées en aiguilles.

Le régule d'antimoine diffère encore des métaux par la manière dont il résiste aux acides ; ils le calcinent plutôt qu'ils ne le dissolvent, et ils n'agissent sur ce régule que par des affinités combinées. Il diffère encore des métaux par sa grande volatilité : car si on l'expose au feu libre, il se calcine, à la vérité, comme les métaux, en se chargeant d'air fixe ; mais il perd en même temps une partie de sa substance qui s'exhale en fumée, que l'on peut condenser et recueillir en aiguilles brillantes, auxquelles on a donné le nom de *fleurs argentines d'antimoine*. Néanmoins ce régule paroît participer de la nature des métaux par la propriété qu'il a de pouvoir s'allier avec eux ; il augmente la densité du cuivre et du plomb, et diminue celle de l'étain et du fer ; il rend l'étain plus cassant et plus dur : il augmente aussi la fermeté du plomb ; et c'est de cet alliage de régule d'antimoine et de plomb qu'on se sert pour faire les caractères d'imprimerie : mêlé avec le cuivre et l'étain, il en rend le son plus agréable à l'oreille et plus argentin ; mêlé avec le zinc, il le rend spécifiquement plus pesant ; et de toutes les matières métalliques, le bismuth, et peut-être le mercure, sont les seuls avec lesquels le régule d'antimoine ne peut s'allier ou s'amalgamer.

Considérant maintenant ce minéral tel qu'il existe dans le sein

---

[1] Cette comparaison est d'autant plus juste, que quand on convertit par la cémentation le fer en acier, il s'élève à la surface du fer un grand nombre de petites boursouflures qui ne sont remplies que de l'air fixe qu'il contenoit, et dont le feu fixe prend la place : car sa pesanteur, qui seroit diminuée par cette perte si rien ne la compensoit, est au contraire augmentée ; ce qui ne peut provenir que de l'addition du feu fixe qui s'incorpore dans la substance de ce fer converti en acier.

de la terre, nous observerons qu'il se présente dans des états différens, relatifs aux différens temps de la formation de ses mines et aux différentes matières dont elles sont mélangés. La première et la plus ancienne formation de ce minéral date du même temps que celle du plomb ou de l'étain, c'est-à-dire, du temps de la calcination de ces métaux par le feu primitif et de la production des pyrites après la chute des eaux : aussi les mines primordiales d'antimoine sont en filons et en minerais comme celles de plomb; mais on en trouve qui sont mélangées de matières ferrugineuses, et qui paroissent être d'une formation postérieure. Le minerai d'antimoine, comme les galènes du plomb, est composé de lames minces plus longues ou plus courtes, plus étroites ou plus larges, convergentes ou divergentes, mais toutes lisses et brillantes d'un beau blanc d'argent : quelquefois ces premières mines d'antimoine contiennent, comme celles du plomb, une quantité considérable d'argent; et de la décomposition de cette mine d'antimoine tenant argent, il s'est formé des mines par la stillation des eaux, qui ne sont dès-lors que de troisième formation. Ces mines, qu'on appelle *mines en plumes* à cause de leur légèreté, pourroient avoir été sublimées par l'action de quelque feu souterrain. Elles sont composées de petits filets solides et élastiques, quoique très-déliés et assez courts, dont la couleur est ordinairement d'un bleu noirâtre, et souvent varié de nuances vives, ou plutôt de reflets de couleurs irisées, comme cela se voit sur toutes les substances demi-transparentes et très-minces : telle est cette belle mine d'antimoine de *Felsobania*, si recherchée par les amateurs pour les cabinets d'histoire naturelle. Il y a aussi de ces mines dont les filets sont tous d'une belle couleur rouge, et qui, selon M. Bergman, contiennent de l'arsenic. Toutes ces mines secondaires d'antimoine, grises, rouges ou variées, sont de dernière formation, et proviennent de la décomposition des premières.

Nous avons en France quelques bonnes mines d'antimoine; mais nous n'en tirons pas tout le parti qu'il seroit aisé d'en tirer, puisque nous faisons venir de l'étranger la plupart des préparations utiles de ce minéral. M. le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, a particulièrement observé les mines d'antimoine de la haute Auvergne. « Celle de Mercoeur, à deux lieues de Brioude, « étoit, dit-il, en pleine exploitation en 1739, et l'on sentoit de « loin l'odeur du soufre qui s'exhale des fours dans lesquels on « fait fondre la mine d'antimoine. La mine s'annonce par des « veines plombées qu'on aperçoit sur des bancs de rochers qui « courent à fleur de terre..... Cette mine de Mercoeur fournit une

« très-grande quantité d'antimoine. Mais il y a encore une autre « mine beaucoup plus riche au Puy de la Fage, qui n'est qu'à « une lieue de Mercoeur : elle est extrêmement pure, et rend « souvent soixante-quinze pour cent; les aiguilles sont toutes for- « mées dans les filons de cette mine, et l'antimoine qu'on en tire « est aussi beau que le plus bel antimoine de Hongrie.... Un des « plus petits filons, mais des plus riches de la mine de Mercoeur, « et qui n'a que deux pouces de large, est uni du côté du nord « à un rocher franc, qui est une gangue très-dure, parsemée de « veines de marcassite; et du côté du midi, il est contigu à une « pierre assez tendre et graveleuse.... Après cette pierre, suivent « différens lits d'une terre savonneuse, légère, capable de s'ef- « feuilleter à l'air, et dont la couleur est d'un jaune citron : cette « terre, mise sur une pelle à feu, exhale une forte odeur de « soufre; mais elle ne s'embrase pas. » M. le Monnier a bien voulu nous envoyer, pour le Cabinet du Roi, un morceau tiré de ce filon, et dans lequel on peut voir ces différentes matières. Il rapporte, dans ce même Mémoire, les procédés fort simples qu'on met en pratique pour fondre la mine d'antimoine en grand, et finit par observer qu'indépendamment de ces deux mines de la Fage et de Mercoeur, il y en a plusieurs autres dans cette même province, qui, pour la plupart, sont négligées. MM. Hellot et Guettard font mention de celles de Langeac, de Chassignol, de Pradot, de Montel, de Brioude, et de quelques autres endroits. Il y a aussi des mines d'antimoine en Lorraine, en Alsace, en Poitou, en Bretagne, en Angoumois et en Languedoc. Enfin M. de Gensanne a observé dans le Vivarais un gros filon de mine d'antimoine mêlé dans une veine de charbon de terre; ce qui prouve, aussi bien que la plupart des exemples précédens, que ce minéral se trouve presque toujours dans les couches de la terre remuée et déposée par les eaux.

L'antimoine ne paroît pas affecter des lieux particuliers comme l'étain et le mercure; il s'en trouve dans toutes les parties du monde : en Europe, celui de Hongrie est le plus fameux et le plus recherché.

On en trouve aussi dans plusieurs endroits de l'Allemagne; et l'on prétend avoir vu de l'antimoine natif en Italie, dans le canton de Sainte-Flore, proche Mana; ce qui ne peut provenir que de l'effet de quelques feux souterrains qui auroient liquéfié la mine de ce demi-métal.

En Asie, les voyageurs font mention de l'antimoine de Perse et de celui de Siam. En Afrique, il s'en trouve, au rapport de

Léon l'Africain, au pied du mont Atlas. Enfin Alphonse Barba dit qu'au Pérou les mines d'antimoine sont en grand nombre, et quelques voyageurs en ont remarqué à Saint-Domingue et en Virginie.

On fait grand usage en médecine des préparations de l'antimoine, quoiqu'on l'ait d'abord regardé comme poison plutôt que comme remède. Ce minéral pris dans sa mine, et tel que la Nature le produit, n'a que peu ou point de propriétés actives; elles ne sont pas même développées après sa fonte en antimoine cru, parce qu'il est encore enveloppé de son soufre : mais dès qu'il en est dégagé par la calcination ou la vitrification, ses qualités se manifestent; la chaux, le foie et le verre d'antimoine sont tous de puissans émétiques; la chaux est même un violent purgatif, et le régule se laisse attaquer par tous les sels et par les huiles; l'alcali dissout l'antimoine cru, tant par la voie sèche que par la voie humide, et le kermès minéral se tire de cette dissolution. Toutes les substances salines ou huileuses développent dans l'antimoine les vertus émétiques; ce qui semble indiquer que ce régule n'est pas un demi-métal pur, et qu'il est combiné avec une matière saline qui lui donne cette propriété active, d'où l'on peut aussi inférer que le foie de soufre a souvent eu part à sa minéralisation.

DU BISMUTH, OU ÉTAIN DE GLACE.

Dans le règne minéral, rien ne se ressemble plus que le régule d'antimoine et le bismuth par la structure de leur substance; ils sont intérieurement composés de lames minces d'une texture et d'une figure semblables, et appliquées de même les unes contre les autres : néanmoins le régule d'antimoine n'est qu'un produit de l'art, et le bismuth est une production de la Nature. Tous deux, lorsqu'on les fond avec le soufre, perdent leur structure en lames minces, et prennent la forme d'aiguilles appliquées les unes sur les autres : mais il est vrai que le cinabre du mercure et la plupart des autres substances dans lesquelles le soufre se combine, prennent également cette forme aiguillée, parce que c'est la forme propre du soufre, qui se cristallise toujours en aiguilles.

Le bismuth se trouve presque toujours pur dans le sein de la terre : il n'est pas d'un blanc aussi éclatant que le blanc du régule

d'antimoine; il est un peu jaunâtre, et il prend une teinte rougeâtre et des nuances irisées par l'impression de l'air.

Ce demi-métal est plus pesant que le cuivre, le fer et l'étain [1]; et, malgré sa grande densité, le bismuth est sans ductilité : il a même moins de ténacité que le plomb, ou plutôt il n'en a point du tout; car il est très-cassant et presque aussi friable qu'une matière qui ne seroit pas métallique.

De tous les métaux et demi-métaux, le bismuth est le plus fusible; il lui faut moins de chaleur qu'à l'étain, et il communique de la fusibilité à tous les métaux avec lesquels on veut l'unir par la fusion. L'alliage le plus fusible que l'on connoisse est, suivant M. Darcet, de huit parties de bismuth, cinq de plomb et trois d'étain; et l'on a observé que ce mélange se fondoit dans l'eau bouillante, et même à quelques degrés de chaleur au-dessous.

Exposé à l'action du feu, le bismuth se volatilise en partie et donne des fleurs comme le zinc, et la portion qui ne se volatilise pas se calcine à peu près comme le plomb. Cette chaux de bismuth, prise intérieurement, produit les mêmes mauvais effets que celle du plomb; elle se réduit aussi de même en litharge et en verre. Enfin on peut se servir de ce demi-métal comme du plomb pour purifier l'or et l'argent; l'un de nos plus habiles chimistes assure même « qu'il est préférable au plomb, parce qu'il atténue « mieux les métaux imparfaits, et accélère la vitrification des « terres et des chaux. » Cependant il rapporte dans le même article une opinion contraire. « Le bismuth, dit-il, peut servir « comme le plomb à la purification de l'or et de l'argent par l'o- « pération de la coupelle, *quoique moins bien* que le plomb, sui- « vant M. Pemer. » Je ne sais si cette dernière assertion est fondée : l'analogie semble nous indiquer que le bismuth doit purifier l'or et l'argent mieux, et non pas *moins bien* que le plomb; car le bismuth atténue plus que le plomb les autres métaux, non-seulement dans la purification de l'or et de l'argent par la fonte, mais même dans les amalgames avec le mercure, puisqu'il divise et atténue l'étain, et surtout le plomb, au point de le rendre, comme lui-même, aussi fluide que le mercure, en sorte qu'ils passent ensemble en entier à travers la toile la plus serrée ou la peau de chamois, et que le mercure ainsi amalgamé a besoin d'être converti en cinabre, et ensuite revivifié, pour reprendre sa première pu-

[1] La pesanteur spécifique du bismuth natif est de 90202; celle du régule de bismuth, de 98227; tandis que la pesanteur spécifique du cuivre passé à la filière, c'est-à-dire, du cuivre le plus comprimé, n'est que de 88785. Voyez la *Table de M. Brisson*.

reté. Le bismuth avec le mercure forment donc ensemble un amalgame coulant; et c'est ainsi que les droguistes de mauvaise foi falsifient le mercure, qui ne paroît pas moins coulant, quoique mêlé d'une assez grande quantité de bismuth.

L'impression de l'air se marque assez promptement sur le bismuth par les couleurs irisées qu'elle produit à sa surface, et bientôt succèdent à ces couleurs de petites efflorescences qui annoncent la décomposition de sa substance. Ces efflorescences sont une sorte de rouille ou de céruse assez semblable à celle du plomb; cette céruse est seulement moins blanche et presque toujours jaunâtre. C'est par ces efflorescences en rouille ou céruse que s'annoncent les minières de bismuth. L'air a produit cette décomposition à la superficie du terrain qui les recèle : mais, dans l'intérieur, le bismuth n'a communément subi que peu ou point d'altération; on le trouve pur ou seulement recouvert de cette céruse, et ce n'est que dans cet état de rouille qu'il est minéralisé : et néanmoins, dans sa mine comme dans sa rouille, il n'est presque jamais altéré en entier [1]; car on y voit toujours des points ou des parties très-sensibles de bismuth pur et tel que la Nature le produit.

Or cette substance, la plus fusible de toutes les matières métalliques, et en même temps si volatile, et qui se trouve dans son état de nature en substance pure, n'a pu être produite, comme le mercure, que très-long-temps après les métaux et autres minéraux plus fixes et bien plus difficiles à fondre : la formation du bismuth est donc à peu près contemporaine à celle du zinc, de l'antimoine et du mercure. Les matières métalliques plus ou moins volatiles les unes que les autres, et toutes reléguées dant l'atmosphère par la violence de la chaleur, n'ont pu tomber que successivement et peu de temps avant la chute des eaux : le bismuth en particulier n'est tombé que long-temps après les autres, et peu de temps avant le mercure; aussi tous deux ne se trouvent pas dans les montagnes vitreuses ni dans les matières produites par le feu primitif, mais seulement dans les couches de la terre formées par le dépôt des eaux.

Si l'on tient le bismuth en fusion à l'air libre, et qu'on le laisse refroidir très-lentement, il offre à sa surface de beaux cristaux cubiques et qui pénètrent à l'intérieur. Si, au lieu de le laisser

---

[1] Quoiqu'on n'ait pas trouvé en Allemagne de bismuth uni au soufre, il est cependant certain, dit M. Bergman, qu'il y en a dans quelques montagnes de Suède, et particulièrement à Riddarchywari en West-Manie.

refroidir en repos, on le remue en soutenant le feu, il se convertit bientôt en une chaux grise, qui devient ensuite jaune et même un peu rouge par la continuité d'un feu modéré; et en augmentant le feu au point de faire fondre cette chaux, elle se convertit en un verre jaune rougeâtre, qui devient brun lorsqu'on le fond avec du verre blanc; et ce verre de bismuth, sans être aussi actif, lorsqu'il est fondu, que le verre de plomb, ne laisse pas d'attaquer les creusets.

Ce demi-métal s'allie avec tous les métaux : mais il ne s'unit que très-difficilement par la fusion avec les autres demi-métaux et terres métalliques; l'antimoine et le zinc, le cobalt et l'arsenic, se refusent tous à cette union : il a en particulier si peu d'affinité avec le zinc, que quand on les fond ensemble, ils ne peuvent se mêler; le bismuth, comme plus pesant, descend au fond du creuset, et le zinc reste au-dessus et le recouvre. Si on mêle le bismuth en égale quantité avec l'or fondu, il le rend très-aigre et lui donne sa couleur blanche. Il ne rend pas l'argent si cassant que l'or, quoiqu'il lui donne aussi de l'aigreur sans changer sa couleur; il diminue le rouge du cuivre; il perd lui-même sa couleur blanche avec le plomb, et ils forment ensemble un alliage qui est d'un gris sombre; le bismuth mêlé en petite quantité avec l'étain, lui donne plus de brillant et de dureté; enfin il peut s'unir au fer par un feu violent.

Le soufre s'unit aussi avec le bismuth par la fusion, et leur composé se présente, comme le cinabre et l'antimoine cru, en aiguilles cristallisées.

L'acide vitriolique ne dissout le bismuth qu'à l'aide d'une forte chaleur, et c'est par cette résistance à l'action des acides qu'il se conserve dans le sein de la terre sans altération : car l'acide marin ne l'attaque pas plus que le vitriolique; il faut qu'il soit fumant, et encore il ne l'entame que foiblement et lentement. L'acide nitreux seul peut le dissoudre à froid : cette dissolution, qui se fait avec chaleur et effervescence, est transparente et blanche quand le bismuth est pur; mais elle se colore de vert s'il est mêlé de nickel, et elle devient rouge de rose et cramoisie s'il est mélangé de cobalt. Toutes ces dissolutions donnent un sel en petits cristaux au moment qu'on les laisse refroidir.

C'est en précipitant le bismuth de ses dissolutions qu'on l'obtient en poudre blanche, douce et luisante; et c'est avec cette poudre qu'on fait le fard qui s'applique sur la peau. Il faut laver plusieurs fois cette poudre pour qu'il n'y reste point d'acide, et la mettre ensuite dans un flacon bien bouché; car l'air la noircit

en assez peu de temps, et les vapeurs du charbon ou les mauvaises odeurs des égouts, des latrines, etc. changent presque subitement ce beau blanc de perle en gris obscur, en sorte qu'il est souvent arrivé aux femmes qui se servent de ce fard, de devenir tout à coup aussi noires qu'elles vouloient paroître blanches.

Les acides végétaux du vinaigre ou du tartre, non plus que les acerbes, tels que la noix de galle, ne dissolvent pas le bismuth, même avec le secours de la chaleur, à moins qu'elle ne soit poussée jusqu'à produire l'ébullition; les alcalis ne l'attaquent aussi que quand on les fait bouillir; en sorte que, dans le sein de la terre, ce demi-métal paroît être à l'abri de toute injure, et par conséquent de toute minéralisation, à moins qu'il ne rencontre de l'acide nitreux, qui seul a la puissance de l'entamer; et comme les sels nitreux ne se trouvent que très-rarement dans les mines, il n'est pas étonnant que le bismuth, qui ne peut être attaqué que par cet acide du nitre ou par l'action de l'air, ne se trouve que si rarement minéralisé dans le sein de la terre.

Je ne suis point informé des lieux où ce demi-métal peut se trouver en France; tous les morceaux que j'ai eu occasion de voir venoient de Saxe, de Bohème et de Suède; il s'en trouve aussi à Saint-Domingue, et vraisemblablement dans plusieurs autres parties du monde : mais peu de voyageurs ont fait mention de ce demi-métal, parce qu'il n'est pas d'un usage nécessaire et commun; cependant nous l'employons non-seulement pour faire du blanc de fard, mais aussi pour rendre l'étain plus dur et plus brillant On s'en sert encore pour polir le verre, et même pour l'étamer; et c'est de cet usage qu'il a reçu le nom d'*étain de glace*.

Les expériences que l'on a faites sur ses propriétés relatives à la médecine, n'ont découvert que des qualités nuisibles; et sa chaux prise intérieurement produit des effets semblables à ceux des chaux de plomb, et aussi dangereux : on en abuse de même pour adoucir les vins trop acides et désagréables au goût.

Quelques minéralogistes ont écrit que la mine de bismuth pouvoit servir, comme celle du cobalt, à faire le verre bleu d'azur : « elle laisse, disent-ils, suinter aisément une substance semi-mé-« tallique que l'on nomme *bismuth* ou *étain de glace*, et ensuite « elle laisse une terre grise et fixe, qui, par sa vitrification, donne « le bleu d'azur. » Mais cela ne prouve pas que le bismuth fournisse ce bleu; car, dans sa mine, il est très-souvent mêlé de cobalt, et ce bleu provient sans doute de cette dernière matière. La *terre grise et fixe* n'est pas une terre de bismuth, mais la terre du cobalt qui étoit mêlé dans cette mine, et auquel même le bismuth n'étoit

pas intimement lié, parce qu'il s'en sépare à la première fonte et à un feu très-modéré : et nous verrons qu'il n'y a aucune affinité entre le cobalt et le bismuth; car quoiqu'ils se trouvent très-souvent mêlés ensemble dans leurs mines, chacun y conserve sa nature; et au lieu d'être intimement uni, le bismuth n'est qu'interposé dans les mines de cobalt, comme dans presque toutes les autres où il se trouve, parce qu'il conserve toujours son état de pureté native.

DU ZINC[1].

Le zinc ne se trouve pas, comme le bismuth, dans un état natif de minéral pur, ni même, comme l'antimoine, dans une seule espèce de mine; car on le tire également de la calamine ou pierre calaminaire et de la blende, qui sont deux matières différentes par leur composition et leur formation, et qui n'ont de commun que de renfermer du zinc. La calamine se présente en veines continues comme les autres minéraux; la blende se trouve, au contraire, dispersée et en masses séparées dans presque toutes les mines métalliques. La calamine est principalement composée de zinc et de fer[2]; la blende contient ordinairement d'autres minéraux avec le zinc[3]. La calamine est d'une couleur jaune ou rougeâtre, et assez aisée à distinguer des autres minéraux; la blende, au contraire, tire son nom de son apparence trompeuse et de sa forme équivoque[4] : il y a des blendes qui ressemblent à la galène de

[1] Paracelse est le premier qui ait employé le nom de *zinc*. Agricola le nomme *contre-feyn*; on l'a appelé *stannum indicum*, parce qu'il a été apporté des Indes en assez grande quantité dans le siècle dernier; les auteurs arabes n'en font aucune mention, quoique l'art de tirer le zinc de sa mine existe depuis long-temps aux Indes orientales.

[2] M. Bergman a soumis à l'analyse la calamine de Hongrie, et il a trouvé qu'elle tenoit au quintal quatre-vingt-quatre livres de chaux de zinc, trois livres de chaux de fer, douze de silex et une d'argile; sur quoi j'observerai que la matière de l'argile et celle du silex ne sont qu'une seule et même substance, puisque le silex se réduit en argile en se décomposant par les élémens humides.

[3] M. Bergman a trouvé que la blende noire de *Danemora* tenoit au quintal quarante-cinq livres de zinc, neuf de fer, six de plomb, une de régule d'arsenic, vingt-neuf de soufre, quatre de silex, et six d'eau.

[4] Ce mot *blende* signifie, dans le langage des mineurs allemands, une substance trompeuse, parce qu'il y en a qui ressemble à la galène de plomb. *Dictionnaire d'Histoire naturelle*, par M. de Bomare, article *Blende* (*blind*, éblouir, tromper les yeux.)

plomb; d'autres qui ont l'apparence de la corne, et que les mineurs allemands appellent *horn-blende;* d'autres qui sont noires et luisantes comme la poix, auxquelles ils donnent le nom de *pitch-blende;* et d'autres encore qui sont de différentes couleurs, grises, jaunes, brunes, rougeâtres, quelquefois cristallisées et même transparentes, mais plus souvent opaques et sans figure régulière. Les blendes noires, grises et jaunâtres, sont mêlées d'arsenic; les rougeâtres doivent cette couleur au fer; celles qui sont transparentes et cristallisées sont chargées de soufre et d'arsenic; enfin toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de zinc.

Non-seulement ce demi-métal se trouve dans la pierre calaminaire et dans les blendes, mais il existe aussi en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer concrètes ou en grains, et de dernière formation; ce qui prouve que le zinc est disséminé presque partout en molécules insensibles qui se sont réunies avec le fer dans la pierre calaminaire et dans les mines secondaires de ce métal, et qui se sont aussi mêlées dans les blendes avec d'autres minéraux et avec des matières pyriteuses. Ce demi-métal ne peut donc être que d'une formation postérieure à celle des métaux, et même postérieure à leur décomposition, puisque c'est presque toujours avec le fer décomposé qu'on le trouve réuni. D'ailleurs, comme il est très-volatil, il n'a pu se former qu'après les métaux et minéraux plus fixes, dans le même temps à peu près que l'antimoine, le mercure et l'arsenic: ils étoient tous relégués dans l'atmosphère avec les eaux et les autres substances volatiles pendant l'incandescence du globe, et ils n'en sont descendus qu'avec ces mêmes substances: aussi le zinc ne se trouve dans aucune mine primordiale des métaux, mais seulement dans les mines secondaires produites par la décomposition des premières.

Pour tirer le zinc de la calamine ou des blendes, il suffit de les exposer au feu de calcination; ce demi-métal se sublime en vapeurs, qui, par leur condensation, forment de petits flocons blancs et légers auxquels on a donné le nom de *fleurs de zinc.*

Dans la calamine ou pierre calaminaire, le zinc est sous la forme de chaux: en faisant griller cette pierre, elle perd près d'un tiers de son poids; elle s'effleurit à l'air, et se présente ordinairement en masses irrégulières, quelquefois cristallisées: elle est presque toujours accompagnée ou voisine des terres alumineuses; mais quoique la substance du zinc soit disséminée partout, ce n'est qu'en quelques endroits qu'on trouve de la pierre calaminaire. Nous citerons tout à l'heure les mines les plus fameuses de ce minéral en Europe, et nous savons d'ailleurs que le *toutenague* qu'on nous ap-

porte des Indes orientales, est un zinc même plus pur que celui d'Allemagne : ainsi l'on ne peut douter qu'il n'y ait des mines de pierres calaminaires dans plusieurs endroits des régions orientales, puisque ce n'est que de cette pierre qu'on peut tirer du zinc d'une grande pureté.

La minière la plus fameuse de pierre calaminaire est celle de Calmsberg, près d'Aix-la-Chapelle; elle est mêlée avec une mine de fer en ocre : il y en a une autre qui est mêlée de mine de plomb au-dessous de Namur. On prétend que le mot de *calamine* est le nom d'un territoire d'assez grande étendue, près des confins du duché de Limbourg, qui est plein de ce minéral. « Tout le terrain, « dit Lémery, à plus de vingt lieues à la ronde, est si rempli de « pierres calaminaires, que les grosses pierres dont on se sert pour « paver, étant exposées au soleil, laissent voir une grande quan- « tité de parcelles métalliques et brillantes. » M. de Gensanne en a reconnu une minière de plus de quatre toises de largeur au-dessous du château de Montalet, diocèse d'Uzès; on y trouve des pierres calaminaires ferrugineuses, comme à Aix-la-Chapelle, et d'autres mêlées de mine de plomb, comme à Namur, et l'on y voit aussi des terres alumineuses : on en trouve encore dans le Berri près de Bourges, et dans l'Anjou et le territoire de Saumur, qui sont également mêlées de parties ferrugineuses.

En Angleterre, on exploite quelques mines de pierre calaminaire dans le comté de Sommerset. La pierre de cette mine est rougeâtre à sa surface, et d'un jaune verdâtre à l'intérieur; elle est très-pesante, quoique trouée et comme cellulaire; elle est aussi très-dure, et donne des étincelles lorsqu'on la choque contre l'acier : elle est soluble dans les acides. Celle du comté de Nottingham en diffère en ce qu'elle n'est pas soluble et qu'elle ne fait point feu contre l'acier, quoiqu'elle soit compacte, opaque et cellulaire comme celle de Sommerset; elle en diffère encore par la couleur, qui est ordinairement blanche, et quelquefois d'un vert clair cristallisé. Ces différences indiquent assez que la calamine en général est une pierre composée de différens minéraux, et que sa nature varie suivant la quantité ou la qualité des matières qui en constituent la substance. Le zinc est la seule matière qui soit commune à toutes les espèces de calamine : celle qui en contient le plus est ordinairement jaune; mais on peut se servir de toutes pour jaunir le cuivre rouge : c'est pour cet usage qu'on les recherche et qu'on les travaille, plutôt que pour en faire du zinc, qui ne s'emploie que rarement pur, et qui même n'est pas aussi propre à faire du cuivre jaune que la pierre calaminaire; d'ailleurs

on ne peut en tirer le zinc que dans des vaisseaux clos, parce que non-seulement il est très-volatil, mais encore parce qu'il s'enflamme à l'air libre ; et c'est par la cémentation du cuivre rouge avec la calamine que la vapeur du zinc contenu dans cette pierre entre dans le cuivre, lui donne la couleur jaune et le convertit en laiton.

La calamine est souvent parsemée de petites veines ou filets de mines de plomb ; elle se trouve même fréquemment mêlée dans les mines de ce métal comme dans celles de fer de dernière formation : et lorsqu'elle y est très-abondante, comme dans la mine de Rammelsberg, près de Goslar, on en tire le zinc en même temps que le plomb, en faisant placer dans le fourneau de fusion un vaisseau presque clos à l'endroit où l'ardeur du feu n'est pas assez forte pour enflammer le zinc, et on le reçoit en substance coulante ; mais quelque précaution que l'on prenne en le travaillant, même dans des vaisseaux bien clos, le zinc n'acquiert jamais une pureté entière, ni même telle qu'il doit l'avoir pour faire d'aussi bon laiton qu'on en fait avec la pierre calaminaire, dont la vapeur fournit les parties les plus pures du zinc ; et le laiton fait avec cette pierre est ductile, au lieu que celui qu'on fait avec le zinc est toujours aigre et cassant.

Il en est de même de la blende ; elle donne, comme la calamine, par la cémentation, du plus beau et du meilleur laiton qu'on ne peut en obtenir par le mélange immédiat du zinc avec le cuivre ; toutes deux même n'ont guère d'autre usage, et ne sont recherchées et travaillées que pour faire du cuivre jaune : mais, comme je l'ai déjà dit, ce ne sont pas les deux seules matières qui contiennent du zinc ; car il est très-généralement répandu et en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer : on le trouve aussi quelquefois sous la forme d'un sel ou vitriol blanc ; et dans la blende il est toujours combiné avec le fer et le soufre.

Il se forme assez souvent, dans les grands fourneaux, des concrétions qui ont paru à nos chimistes [1] toutes semblables aux

---

[1] « Il y a des blendes artificielles qui imitent parfaitement les blendes naturelles dans leur tissu, leur couleur et leur phosphorescence..... J'en ai vu un « morceau d'un noir luisant et feuilleté provenant des fonderies de Saint-Bel...... « Un autre morceau venant du même lieu donnoit, outre l'odeur du foie de soufre, « des étincelles lorsqu'on le grattoit avec un couteau, et n'en donnoit point avec « la plume.... et un troisième morceau venant des fonderies de Saxe, et qui est « de couleur jaunâtre, étoit si phosphorique, qu'en le frottant de la plume on en « tiroit des étincelles comme de la blende rouge de Schaffenberg. » (*Lettres du docteur Demeste*, tome II, pages 179 et 180.) Je dois observer qu'on trouvoit en effet de ces blendes artificielles dans les laitiers des fonderies, mais que jusqu'ici l'on ne savoit pas les produire à volonté, et que même on ne pouvoit expli-

blendes naturelles ; cependant il y a toute raison de croire que les moyens de leur formation sont bien différens : ces blandes artificielles, produites par l'action du feu de nos fourneaux, doivent différer de celles qui se trouvent dans le sein de la terre, à moins qu'on ne suppose que celles-ci ont été formées par le feu des volcans ; et cependant il y a toute raison de penser que la plupart au moins n'ont été produites que par l'intermède de l'eau [1], et que le foie de soufre, c'est-à-dire, l'alcali mêlé aux principes du soufre, a grande part à leur formation.

Comme le zinc est non-seulement très-volatil, mais fort inflammable, il se brûle dans les fourneaux où l'on fond les mines de fer, de plomb, etc., qui en sont mêlées ; cette fumée du zinc à demi brûlé se condense sous une forme concrète contre les parois des fourneaux et cheminées des fonderies et affineries : dans cet état, on lui donne le nom de *cadmie des fourneaux* ; c'est une concrétion de fleurs de zinc qui s'accumulent souvent au point de former un enduit épais contre les parois de ces cheminées. La substance de cet enduit est dure ; elle jette des étincelles lorsqu'on la frotte rapidement ou qu'on la choque contre l'acier. Les parties de cette cadmie qui se sont le plus élevées et qui sont attachées au haut de la cheminée, sont les plus pures et les meilleures pour faire du laiton [2], parce que la cadmie qui s'est sublimée et élevée

---

quer comment elles s'étoient formées ; on pensoit au contraire que l'art ne pouvoit imiter la Nature dans la combinaison du zinc avec le soufre. M. de Morveau est le premier qui ait donné, cette année 1780, un procédé pour faire à volonté l'union directe du zinc et du soufre ; il suffit pour cela de priver ce demi-métal de sa volatilité en le calcinant, et de le fondre ensuite avec le soufre ; il en résulte une vraie pyrite de zinc qui a, comme toutes les autres pyrites, une sorte de brillant métallique.

[1] M. Bergman croit, comme moi, que les blendes naturelles ont été formées par l'eau, et il se fonde sur ce qu'elles contiennent réellement de l'eau ; il dit aussi qu'on peut les imiter en unissant par la fusion le zinc, le fer et le soufre.

[2] On connoissoit très-bien, dès le temps de Pline, la cadmie des fourneaux, et on avoit déjà remarqué qu'elle étoit de qualité et de bonté différentes, suivant qu'elle se trouvoit sublimée plus haut ou plus bas dans les cheminées des fonderies : *Est ipse lapis ex quo fit æs*, cadmia *vocatur..... Hic rursus in fornacibus existit, aliamque nominis sui originem recipit : fit autem egestâ flammis atque flatu tenuissimâ parte materiæ, et cameris lateribusve fornacum pro quantitate levitatis applicatâ. Tenuissima est in ipso fornacum ore quà flammæ eructantur, appellata capnitis, exusta, et nimiâ levitate similis favillæ : interior optima, cameris dependens, et ab eo argumento botryitis cognominata.... Tertia est in lateribus fornacum, quæ propter gravitatem ad cameras pervenire non potuit ; hæc dicitur placitis..... Fluunt et ex ea duo alia genera ; onychitis, extrà penè cærulea, intùs onychitæ maculis similis ; ostracitis, tota nigra, et cæterarum sordidissima...... Omnis autem cadmia in Cypri fornacibus optima.* (Plin. lib. XXXIV, cap. 10.)

si haut y est moins mêlée de fer, de plomb, ou de tout autre minéral moins volatil que le zinc. Au reste, on peut aisément la recueillir; elle se lève par écailles dures, et il ne faut que la pulvériser pour la mêler et la faire fondre avec le cuivre rouge; et c'est peut-être la manière la moins coûteuse de faire du laiton.

Le zinc, tel qu'on l'obtient par la fusion, est d'un blanc un peu bleuâtre et assez brillant : mais quoiqu'il se ternisse à l'air moins vite que le plomb, il prend cependant en assez peu de temps une couleur terne et d'un jaune verdâtre, et les nuances différentes de sa couleur dépendent beaucoup de son degré de pureté; car en le traitant par les procédés ordinaires, il conserve toujours quelques petites parties des matières avec lesquelles il étoit mêlé dans sa mine; ce n'est que très-récemment qu'on a trouvé le moyen de le rendre plus pur. Pour obtenir le zinc dans sa plus grande pureté, il faut précipiter par le zinc même son vitriol blanc; ce vitriol, décomposé ensuite par l'alcali, donne une chaux qu'il suffit de réduire pour avoir un zinc pur et sans aucun mélange.

La substance du zinc est dure et n'est point cassante; on ne peut la réduire en poudre qu'en la faisant fondre et la mettant en grenailles : aussi acquiert-elle quelque ductilité par l'addition des matières inflammables en la fondant en vaisseaux clos. Sa densité est un peu plus grande que celle du régule d'antimoine, et un peu moindre que celle de l'étain [1]. Indépendamment de ce rapport assez prochain de densité, le zinc en a plusieurs autres avec l'étain : il rend, lorsqu'on le plie, un petit cri comme l'étain; il résiste de même aux impressions des élémens humides, et ne se convertit point en rouille : quelques minéralogistes l'ont même regardé comme une espèce d'étain, et il est vrai qu'il a plusieurs propriétés communes avec ce métal; car on peut étamer le fer et le cuivre avec le zinc comme avec l'étain, et l'un de nos chimistes [2] a prétendu que cet étamage avec le zinc, qui est moins fusible que l'étain, et par conséquent plus durable, est en même temps moins dangereux que l'étamage ordinaire, dans lequel les chaudronniers mêlent toujours du plomb. On connoît les qualités funestes du plomb; on sait aussi que l'étain contient toujours une

---

[1] La pesanteur spécifique du régule de zinc est de 71908; celle du régule d'antimoine, de 67021; et celle de l'étain pur de Cornouailles, de 72914; la pesanteur spécifique de la blende n'est que de 41665 : il y a donc à peu près la même proportion dans les densités relatives de la blende avec le zinc, de l'antimoine cru avec le régule d'antimoine, et du cinabre avec le mercure coulant.

[2] M. Malouin, de l'Académie des Sciences, et médecin de la faculté de Paris.

petite quantité d'arsenic, et il faut convenir que le zinc en contient aussi; car lorsqu'on le fait fuser sur les charbons ardens, il répand une odeur arsenicale qu'il faut éviter de respirer; et tout considéré, l'étamage avec du bon étain doit être préféré à celui qu'on feroit avec le zinc [1], que le vinaigre dissout et attaque même à froid.

Si ces rapports semblent rapprocher le zinc de l'étain, il s'en éloigne par plusieurs propriétés : il est beaucoup moins fusible; il faut qu'il soit chauffé presque au rouge avant qu'il puisse entrer en fusion. Dans cet état de fonte, sa surface se calcine sans augmenter le feu, et se convertit en chaux grise, qui diffère de celle de l'étain en ce qu'elle est bien plus aisément réductible, et que quand on les pousse à un feu violent, celle de l'étain ne fait que blanchir davantage, et enfin se convertit en verre, au lieu que celle du zinc s'enflamme d'elle-même et sans addition de matière combustible. On peut même dire qu'aucune autre matière, aucune substance végétale ou animale, qui cependant semblent être les vraies matières combustibles, ne donnent une flamme aussi vive que le zinc. Cette flamme est sans fumée et dans une parfaite incandescence; elle est accompagnée d'une si grande quantité de lumière blanche, que les yeux peuvent à peine en supporter l'éclat éblouissant; c'est au mélange de la limaille de fer avec du zinc que sont dus les plus beaux effets de nos feux d'artifice.

Et non-seulement le zinc est par lui-même très-combustible, mais il est encore phosphorique; sa chaux paroît lumineuse en la triturant, et ses fleurs, recueillies au moment qu'elles s'élèvent, et placées dans un lieu obscur, jettent de la lumière pendant un petit temps [2].

Au reste, le zinc n'est pas le seul des minéraux qui s'enflamme lorsqu'on le fait rougir : l'arsenic, le cuivre, et même l'antimoine,

---

[1] Cet étamage avec le zinc a été approuvé par la faculté de médecine de Paris, mais condamné par l'Académie des Sciences et par la société royale de médecine; et il a aussi été démontré nuisible, par les expériences faites à l'académie de Dijon en 1779.

[2] M. de Lassone, procédant un jour à la déflagration d'une assez grande quantité de zinc, en recueilloit les fleurs et les mettoit à mesure dans un large vaisseau; il fut surpris de les voir encore lumineuses quelques minutes après; et remuant ensuite ces fleurs avec une spatule, ayant obscurci davantage le laboratoire, il vit qu'elles étoient entièrement pénétrées de cette lumière phosphorique et diffuse, qui peu à peu s'affoiblit, s'éteignit, après avoir subsisté plus d'une heure. On peut voir dans son Mémoire tous les rapports qu'il indique entre le zinc et le phosphore. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1772, page 380 et suivantes.)

éprouvent le même effet; le fer jette aussi de la flamme lorsque l'incandescence est poussée jusqu'au blanc, et il ne faut pas attribuer, avec quelques-uns de nos chimistes, cette flamme au zinc qu'il contient, ni croire, comme ils le disent, que c'est le zinc qui rend la fonte aigre et cassante; car il y a beaucoup de mines de fer qui ne contiennent point de zinc, et dont néanmoins le fer donne une flamme aussi vive que les autres fers qui en contiennent : je m'en suis assuré par plusieurs essais; et d'ailleurs on peut toujours reconnoître, par la simple observation, si la mine que l'on traite contient du zinc, puisque alors ce demi-métal, en se sublimant, forme de la cadmie au-dessus du fourneau et dans les cheminées des affineries. Toutes les fois donc que cette sublimation n'aura pas lieu, on peut être assuré que le fer ne contient point de zinc, du moins en quantité sensible, et néanmoins le fer en gueuse n'en est pas moins aigre et cassant; et cette aigreur, comme nous l'avons dit, vient des matières vitreuses avec lesquelles la substance du fer est mêlée, et ce verre se manifeste bien évidemment par les laitiers et les scories qui s'en séparent, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie. Enfin cette fonte de fer qui ne contient point de zinc, ne laisse pas de jeter de la flamme lorsqu'elle est chauffée à blanc; et dès-lors ce n'est point au zinc qu'on doit attribuer cette flamme, mais au fer même, qui est en effet combustible lorsqu'il éprouve la violente action du feu.

La chaux du zinc, chauffée presque jusqu'au rouge, s'enflamme tout à coup et avec une sorte d'explosion, et en même temps les parties les plus fixes sont, comme nous l'avons dit, emportées en fleurs ou flocons blancs : leur augmentation de volume n'est pas proportionnelle à leur légèreté apparente, car il n'y a, dit-on, qu'un dixième de différence entre la pesanteur spécifique du zinc et celle de ses fleurs : mais lorsqu'on la calcine très-lentement et qu'on l'empêche de se sublimer en l'agitant continuellement avec une spatule de fer, l'augmentation du volume de cette chaux est de près d'un sixième. Au reste, comme la chaux du zinc est très-volatile, on ne peut la vitrifier seule; mais en y ajoutant du verre blanc réduit en poudre et du *salin,* on la convertit en un verre couleur d'*aigue-marine.*

Plusieurs chimistes ont écrit que, comme le soufre ne peut contracter aucune union avec le zinc, il pouvoit servir de moyen pour le purifier; mais ce moyen ne peut être employé généralement pour séparer du zinc tous les métaux, puisque le soufre s'unit au zinc par l'intermède du fer.

Le zinc en fusion et sous sa forme propre s'allie avec tous les

métaux et minéraux métalliques, à l'exception du bismuth et du nickel. Quoiqu'il se trouve très-souvent uni avec la mine de fer, il ne s'allie que très-difficilement par la fusion avec ce métal : il rend tous les métaux aigres et cassans. Il augmente la densité du cuivre et du plomb; mais il diminue celle de l'étain, du fer et du régule d'antimoine. L'arsenic et le zinc, traités ensemble au feu de sublimation, forment une masse noire qui présente dans sa cassure une apparence plutôt vitreuse que métallique. Il s'amalgame très-bien avec le mercure. « Si l'on verse, dit M. de Morveau, le zinc « fondu sur le mercure, il se fait un bruit pareil à celui que fait « l'immersion subite d'un corps froid dans de l'huile bouillante : « l'amalgame paroît d'abord solide; mais il redevient fluide par « la trituration. La cristallisation de cet amalgame laisse aperce- « voir ses élémens mêmes à la partie supérieure qui n'est pas en « contact avec le mercure; ce qui est différent des autres amal- « games..... une once de zinc retient deux onces de mercure. » J'observerai que cette solidité que prend d'abord cet amalgame, ne dépend pas de la nature du zinc, puisque le mercure seul, versé dans l'huile bouillante, prend une solidité même plus durable que celle de cet amalgame de zinc.

Les affinités du zinc avec les métaux, sont, selon M. Geller, dans l'ordre suivant : le cuivre, le fer, l'argent, l'or, l'étain et le plomb.

Autant la chaux de plomb est facile à réduire, autant la chaux ou les fleurs de zinc sont de difficile réduction : de là vient que la céruse, ou blanc de plomb, devient noire par la seule vapeur des matières putrides, tandis que la chaux de zinc conserve sa blancheur. C'est d'après cette propriété éprouvée par la vapeur du foie de soufre, que M. de Morveau a proposé le blanc de zinc comme préférable, dans la peinture, au blanc de plomb : les expériences comparées ont été faites cette année 1781, dans la séance publique de l'académie de Dijon; elles démontrent qu'il suffit d'ajouter à la chaux du zinc un peu de terre d'alun et de craie, pour lui donner du corps et en faire une bonne couleur blanche, bien plus fixe et bien moins altérable à l'air que la céruse ou blanc de plomb, qu'on emploie ordinairement dans la peinture à l'huile.

Le zinc est attaqué par tous les acides, et même la plupart le dissolvent assez facilement : l'acide vitriolique n'a pas besoin d'être aidé pour cela par la chaleur, et le zinc paroît avoir plus d'affinité qu'aucune autre substance métallique avec cet acide : il faut seulement, pour que la dissolution s'opère promptement, lui présenter le zinc en petites grenailles ou en lames minces, et mêler

l'acide avec un peu d'eau, afin que le sel qui se forme n'arrête pas la dissolution par le dépôt qui s'en fait à la surface. Cette dissolution laisse, après l'évaporation, des cristaux blancs; ce vitriol de zinc est connu sous le nom de *couperose blanche,* comme ceux de cuivre et de fer sous les noms de *couperose bleue* et de *couperose verte*. Et l'on doit observer que les fleurs de zinc, quoiqu'en état de chaux, offrent les mêmes phénomènes avec cet acide que le zinc même; ce qui ne s'accorde point avec la théorie de nos chimistes, qui veulent qu'en général les chaux métalliques ne puissent être attaquées par les acides. Ce vitriol de zinc, ou vitriol blanc, se trouve dans le sein de la terre, rarement en cristaux réguliers, mais plutôt en stalactites, et quelquefois en filets blancs; il se couvre d'une efflorescence bleuâtre s'il contient du cuivre.

L'acide nitreux dissout le zinc avec autant de rapidité que de puissance; car il peut en dissoudre promptement une quantité égale à la moitié de son poids : la dissolution saturée n'estpas limpide comme l'eau, mais un peu obscure comme de l'huile; et si le zinc est mêlé de quelques parties de fer, ce métal s'en sépare en se précipitant, ce qui fournit un autre moyen que celui du soufre pour purifier le zinc. L'on doit encore observer que la chaux et les fleurs de zinc se dissolvent dans cet acide et dans l'acide vitriolique, et que par conséquent cela fait une grande exception à la prétendue règle, que les acides ne doivent pas dissoudre les chaux ou terres métalliques.

L'acide marin dissout aussi le zinc très-facilement, moins pleinement que l'acide nitreux, car il ne peut en prendre que la huitième partie de son poids; il ne se forme pas de cristaux après l'évaporation de cette dissolution, mais seulement un sel en gelée blanche et très-déliquescent, dont la qualité est fort corrosive.

Le zinc, et même les fleurs de zinc, se dissolvent aussi dans l'acide du vinaigre, et il en résulte des cristaux; il en est de même de l'acide du tartre : ainsi tous les acides minéraux ou végétaux, et jusqu'aux acerbes, tels que la noix de galle, agissent sur le zinc. Les alcalis, et surtout l'alcali volatil, le dissolvent aussi, et cette dernière dissolution donne, après l'évaporation, un sel blanc et brillant, qui attire l'humidité de l'air et tombe en déliquescence.

Voilà le précis de ce que nous savons sur le zinc : on voit qu'étant très-volatil, il doit être disséminé partout; qu'étant susceptible d'altération et de dissolution par tous les acides et par les alcalis, il peut se trouver en état de chaux ou de précipité dans le sein de la terre : d'ailleurs les matières qui le contiennent en plus grande

quantité, telles que la pierre calaminaire et les blendes, sont composées des détrimens du fer et d'autres minéraux; l'on ne peut donc pas douter que ce demi-métal ne soit d'une formation bien postérieure à celle des métaux.

DE LA PLATINE.

Il n'y a pas un demi-siècle qu'on connoît la platine en Europe, et jamais on n'en a trouvé dans aucune région de l'ancien continent : deux petits endroits dans le nouveau monde, l'un dans les mines d'or de *Santa-Fé* à la nouvelle Grenade, l'autre dans celle de *Choco,* province du Pérou, sont jusqu'ici les seuls lieux d'où l'on ait tiré cette matière métallique, que nous ne connoissons qu'en grenailles mêlées de sablon magnétique, de paillettes d'or, et souvent de petits cristaux de quarz, de topaze, de rubis, et quelquefois de petites gouttes de mercure. J'ai vu et examiné de très-près cinq ou six sortes de platine que je m'étois procurées par diverses personnes et en différens temps; toutes ces sortes étoient mêlées de sablon magnétique et de paillettes d'or : dans quelques-unes il y avoit de petits cristaux de quarz, de topaze, etc., en plus ou moins grande quantité; mais je n'ai vu de petites gouttes de mercure que dans l'une de ces sortes de platine [1]. Il se pourroit donc que cet état de grenaille, sous lequel nous connoissons la platine, ne fût point son état naturel, et l'on pourroit croire qu'elle a été concassée dans les moulins où l'on broie les minerais d'or et d'argent, et que les gouttelettes de mercure qui s'y trouvent quelquefois, ne viennent que de l'amalgame qu'on emploie au traitement de ces mines : nous ne sommes donc pas certains que cette forme de grenaille soit sa forme native, d'autant qu'il paroît par le témoignage de quelques voyageurs, qu'ils indiquent la platine comme une pierre métallique très-dure, intraitable, dont néanmoins les naturels du pays avoient, avant les Espagnols, fait des haches et autres instrumens tranchans; ce qui suppose nécessairement qu'ils la trouvoient en grandes masses ou qu'ils avoient l'art de la fondre sans doute avec l'addition de quelque autre mé-

[1] M. Lewis et M. le comte de Milly ont tous deux reconnu des globules de mercure dans la platine qu'ils ont examinée. M. Bergman dit de même qu'il n'a point traité de platine dans laquelle il n'en ait trouvé.

tal; car par elle-même la platine est encore moins fusible que la mine de fer, qu'ils n'avoient pas pu fondre. Les Espagnols ont aussi fait différens petits ouvrages avec la platine alliée avec d'autres métaux. Personne en Europe ne la connoît donc dans son état de nature, et j'ai attendu vainement pendant nombre d'années quelques morceaux de platine en masse, que j'avois demandés à tous mes correspondans en Amérique. M. Bowles, auquel le gouvernement d'Espagne paroît avoir donné sa confiance au sujet de ce minéral, n'en a pas abusé; car tout ce qu'il en dit ne nous apprend que ce que nous savions déjà.

Nous ne savons donc rien, ou du moins rien au juste de ce que l'histoire naturelle pourroit nous apprendre au sujet de la platine, sinon qu'elle se trouve en deux endroits de l'Amérique méridionale, dans des mines d'or, et jusqu'ici nulle part ailleurs: ce seul fait, quoique dénué de toutes ses circonstances, suffit, à mon avis, pour démontrer que la platine est une matière accidentelle plutôt que naturelle; car toute substance produite par les voies ordinaires de la Nature est généralement répandue, au moins dans les climats qui jouissent de la même température : les animaux, les végétaux, les minéraux, sont également soumis à cette règle universelle. Cette seule considération auroit dû suspendre l'empressement des chimistes, qui, sur le simple examen de cette grenaille, peut-être artificielle, et certainement accidentelle, n'ont pas hésité d'en faire un nouveau métal, et de placer cette matière nouvelle non-seulement au rang des anciens métaux, mais de la vanter comme un troisième métal aussi parfait que l'or et l'argent, sans faire réflexion que les métaux se trouvent répandus dans toutes les parties du globe; que la platine, si c'étoit un métal, se seroit répandue de même; que dès-lors on ne devoit la regarder que comme une production accidentelle, entièrement dépendante des circonstances locales des deux endroits où elle se trouve.

Cette considération, quoique majeure, n'est pas la seule qui me fasse nier que la platine soit un vrai métal. J'ai démontré par des observations exactes [1], qu'elle est toujours attirable à l'aimant; la chimie a fait de vains efforts pour en séparer le fer dont sa substance est intimement pénétrée : la platine n'est donc pas un métal simple et parfait, comme l'or et l'argent, puisqu'elle est toujours alliée de fer. De plus, tous les métaux, et surtout ceux qu'on appelle *parfaits*, sont très-ductiles; tous les alliages, au

[1] Voyez le Mémoire qui a pour titre, *Observations sur la platine*, tome II, page 72.

contraire, sont aigres : or, la platine est plus aigre que la plupart des alliages, et même, après plusieurs fontes et dissolutions, elle n'acquiert jamais autant de ductilité que le zinc ou le bismuth, qui cependant ne sont que des demi-métaux, tous plus aigres que les métaux.

Mais cet alliage où le fer nous est démontré par l'action de l'aimant, étant d'une densité approchante de celle de l'or, j'ai cru être fondé à présumer que la platine n'est qu'un mélange accidentel de ces deux métaux très-intimement unis : les essais qu'on a faits depuis ce temps pour tâcher de séparer le fer de la platine et de détruire son magnétisme, ne m'ont pas fait changer d'opinion. La platine la plus pure, celle entre autres qui a été si bien travaillée par M. le baron de Sickengen [1], et qui ne donne aucun signe de magnétisme, devient néanmoins attirable à l'aimant, dès qu'elle est comminuée et réduite en très-petites parties; la présence du fer est donc constante dans ce minéral, et la présence d'une matière aussi dense que l'or y est également et évidemment aussi constante : et quelle peut être cette matière dense, si ce n'est pas de l'or? Il est vrai que jusqu'ici l'on n'a pu tirer de la platine, par aucun moyen, l'or, ni même le fer qu'elle contient, et que pour qu'il y eût sur l'essence de ce minéral démonstration complète, il faudroit en avoir tiré et séparé le fer et l'or, comme on sépare ces métaux après les avoir alliés; mais ne devons-nous pas considérer, et ne l'ai-je pas dit, que le fer n'étant point ici dans son état ordinaire, et ne s'étant uni à l'or qu'après avoir perdu presque toutes ses propriétés, à l'exception de sa densité et de son magnétisme, il se pourroit que l'or s'y trouvât de même dénué de sa ductilité, et qu'il n'eût conservé, comme le fer, que sa seule densité? et dès-lors ces deux métaux qui composent la platine, sont tous deux dans un état inaccessible à notre art, qui ne peut agir sur eux, ni même nous les faire reconnoitre en nous les présentant dans leur état ordinaire. Et n'est-ce pas par cette raison que nous ne pouvons tirer ni le fer ni l'or de la platine, ni par

---

[1] La platine, même la plus épurée, contient toujours du fer. M. le comte de Milly, par une lettre datée du 18 novembre 1781, me marque « qu'ayant oublié « pendant trois à quatre ans un morceau de platine purifiée par M. le baron de « Sickengen, et qu'il avoit laissé dans de l'eau-forte la plus pure pendant tout ce « temps, il s'y étoit rouillé, et que l'ayant retiré, il avoit étendu la liqueur qui « restoit dans le vase, dans un peu d'eau distillée, et qu'y ayant ajouté de l'al- « cali phlogistique, il avoit obtenu sur-le-champ un précipité très-abondant; « ce qui prouve indubitablement que la platine la plus pure, et que M. de Sic- « kengen assure être dépouillée de tout fer, en contient encore, et que par con- « séquent le fer entre dans sa composition. »

conséquent séparer ces métaux, quoiqu'elle soit composée de tous deux? Le fer en effet n'y est pas dans son état ordinaire, mais tel qu'on le voit dans le sablon ferrugineux qui accompagne toujours la platine : ce sablon, quoique très-magnétique, est infusible, inattaquable à la rouille, insoluble dans les acides; il a perdu toutes les propriétés par lesquelles nous ne pouvions l'attaquer, il ne lui est resté que sa densité et son magnétisme, propriétés par lesquelles nous ne pouvons néanmoins le méconnoître. Pourquoi l'or, que nous ne pouvons de même tirer de la platine, mais que nous y reconnoissons aussi évidemment par sa densité, n'auroit-il pas éprouvé, comme le fer, un changement qui lui auroit ôté sa ductilité et sa fusibilité? l'un est possible comme l'autre; et ces productions d'accidens, quoique rares, ne peuvent-elles pas se trouver dans la Nature? Le fer en état de parfaite ductilité est presque infusible, et ce pourroit être cette propriété du fer qui rend l'or dans la platine très-réfractaire. Nous pouvons aussi légitimement supposer que le feu violent d'un volcan ayant converti une mine de fer en mâchefer et en sablon ferrugineux magnétique, et tel qu'il se trouve avec la platine, ce feu aura en même temps, et par le même excès de force, détruit dans l'or toute ductilité : car cette qualité n'est pas essentielle ni même inhérente à ce métal, puisque la plus petite quantité d'étain ou d'arsenic la lui enlève. Et d'ailleurs sait-on ce que pourroit produire sur ce métal un feu plus violent qu'aucun de nos feux connus? Pouvons-nous dire si dans ce feu de volcan, qui n'a laissé au fer que son magnétisme et à l'or sa densité, il n'y aura pas eu des fumées arsenicales qui auront blanchi l'or et lui auront ôté toute sa ductilité, et si cet alliage du fer et de l'or, imbus de la vapeur d'arsenic, ne s'est pas fait par un feu supérieur à celui de notre art? Devons-nous donc être surpris de ne pouvoir rompre leur union? et doit-on faire un métal nouveau, propre et particulier, une substance simple, d'une matière qui est évidemment mixte, d'un composé formé par accident en deux seuls lieux de la terre, d'un composé qui présente à la fois la densité de l'or et le magnétisme du fer, d'une substance, en un mot, qui a tous les caractères d'un alliage, et aucun de ceux d'un métal pur?

Mais comme les alliages faits par la Nature sont encore du ressort de l'histoire naturelle, nous croyons devoir, comme nous l'avons fait pour les métaux, donner ici les principales propriétés de la platine : quoique très-dense, elle est très-peu ductile, presque infusible sans addition, si fixe au feu qu'elle n'y perd rien ou presque rien de son poids, inaltérable et résistant à l'action des

élémens humides, indissoluble comme l'or dans tous les acides simples [1], et se laissant dissoudre comme lui par la double puissance des acides nitreux et marin réunis.

L'or mêlé avec le plomb le rend aigre, la platine produit le même effet; mais on a prétendu qu'elle ne se séparoit pas en entier du plomb comme l'or, dans la coupelle, au plus grand feu de nos fourneaux : dès-lors le plomb adhère plus fortement à la platine que l'or, dont il se sépare en entier, ou presque en entier [2].

---

[1] M. Tillet, l'un de nos plus savans académiciens, et très-exact observateur, a reconnu que, quoique la platine soit indissoluble en elle-même par les acides simples, elle se dissout néanmoins par l'acide nitreux pur, lorsqu'elle est alliée avec de l'argent et de l'or. Voici la note qu'il a bien voulu me communiquer à ce sujet : « J'ai annoncé dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1779, « que la platine, soit brute, soit rendue ductile par les procédés connus, est dis- « soluble dans l'acide nitreux pur, lorsqu'elle est alliée avec une certaine quantité « d'or et d'argent. Afin que cet alliage soit complet, il faut le faire par le moyen « de la coupelle, et en employant une quantité convenable de plomb. On traite « alors par la voie du départ le bouton composé des trois métaux, comme un mé- « lange simple d'or et d'argent; la dissolution de l'argent et de la platine est « complète, la liqueur est transparente, et il ne reste que l'or au fond du matras, « soit dans un état de division si on a mis beaucoup d'argent, soit en forme de « cornet bien conservé si on n'a mis que trois ou quatre parties d'argent égales à « celle de l'or. Il est vrai que si on emploie trop de platine dans cette opération, « l'or mêlé avec elle la défend un peu des attaques de l'acide nitreux, et il en « conserve quelques parties. Il faut un mélange parfait des trois métaux pour que « l'opération réussisse complétement : s'il se trouve quelques parties dans l'alliage « où il n'y ait pas assez d'argent pour que la dissolution ait lieu, la platine résiste, « comme l'or, à l'acide, et reste avec lui dans le précipité; mais si on ne met dans « l'alliage qu'un dousième de platine, ou encore mieux, un vingt-quatrième de « l'or qu'on emploie, alors on parvient à dissoudre le total de la platine, et l'or « mis en expérience ne conserve exactement que son poids. Il n'en est pas ainsi « d'un alliage dans lequel il n'entre que de l'argent et de la platine : la dissolution « n'en est proprement une que pour l'argent; la liqueur reste trouble et noirâtre, « malgré une longue et forte ébullition; il se fait un précipité noir et abondant « au fond du matras, qui n'est que de la platine réduite en poudre et subdivisée « en une infinité de particules, commme elle l'étoit dans l'argent avant qu'il fût « dissous. Cependant, si on laisse reposer la liqueur pendant quelques jours, elle « s'éclaircit et devient d'une couleur brune qu'elle doit sans doute à quelques « parties de la platine qu'elle a dissoutes, ou qu'elle tient en suspension. Il paroît « donc que dans cette opération, c'est à la présence seule de l'or qu'est due la dis- « solution réelle et assez prompte de la platine par l'acide nitreux pur; que l'argent « ne contribue qu'indirectement à cette dissolution; qu'il la facilite à la vérité, « mais que sans l'or il ne sert qu'à procurer une division mécanique de la platine; « et encore cette division n'a-t-elle lieu que parce que l'argent dissous lui-même « ne peut plus conserver la platine subdivisée avec laquelle il faisoit corps. »

[2] « L'or le plus pur ne se sépare jamais parfaitement du plomb dans la cou- « pelle : si vous faites passer un gros d'or fin à la coupelle dans une quantité « quelconque de plomb, le bouton d'or, quelque brillant qu'il soit, pesera tou- « jours un peu plus d'un gros. » (*Remarque communiquée par M. Tillet.*)

On peut même reconnoître par l'augmentation de son poids la quantité de plomb qu'elle a saisie, et qu'elle retient si puissamment, que l'opération de la coupelle ne peut l'en séparer : cette quantité, selon M. Schœffer, est de deux ou trois pour cent; cet habile chimiste, qui le premier a travaillé la platine, dit avec raison qu'au miroir ardent, c'est-à-dire, à un feu supérieur à celui de nos fourneaux, on vient à bout d'en séparer toutl e plomb et de la rendre pure : elle ne diffère donc ici de l'or qu'en ce qu'étant plus difficile à fondre, elle se coupelle aussi plus difficilement.

En mêlant parties égales de platine et de cuivre, on les fond presque aussi facilement que le cuivre seul, et cet alliage est à peu près aussi fusible que celui de l'or et du cuivre. Elle se fond un peu moins facilement avec l'argent : il en faut trois parties sur une de platine, et l'alliage qui résulte de cette fonte est aigre et dur. On peut en retirer l'argent par l'acide nitreux, et avoir ainsi la platine sans mélange, mais néanmoins avec quelque perte. Elle peut de même se fondre avec les autres métaux; et ce qui est très-remarquable, c'est que le mélange d'une très-petite quantité d'arsenic, comme d'une vingtième ou d'une vingt-quatrième partie, suffit pour la faire fondre presque aussi aisément que nous fondons le cuivre : il n'est pas même nécessaire d'ajouter des fondans à l'arsenic, comme lorsqu'on le fond avec le fer ou le cuivre; il suffit seul pour opérer très-promptement la fusion de la platine, qui cependant n'en devient que plus aigre et plus cassante. Enfin, lorsqu'on la mêle avec l'or, il n'y a pas moyen de les séparer sans intermède, parce que la platine et l'or sont également fixes au feu; et ceci prouve encore que la nature de la platine tient de très-près à celle de l'or. Ils se fondent ensemble assez aisément; leur union est toujours intime et constante; et de même qu'on remarque des surfaces dorées dans la platine qui nous vient en grenailles, on voit aussi des filets ou petites veines d'or dans la platine fondue. Quelques chimistes prétendent même que l'or est un dissolvant de la platine, parce qu'en effet, si l'on ajoute de l'or à l'eau régale, la dissolution de la platine se fait beaucoup plus promptement et plus complétement; et ceci, joint à ce que nous avons dit de sa dissolution par l'acide nitreux, est encore une preuve et un effet de la grande affinité de la platine avec l'or. On a trouvé néanmoins le moyen de séparer l'or de la platine, en mêlant cet alliage avec l'argent [1]; et ce moyen est assez sûr pour

[1] « Lorsqu'on a mêlé de l'or avec de la platine, il y a un moyen sûr de les

qu'on ne doive plus craindre de voir le titre de l'or altéré par le mélange de la platine.

L'or est précipité de sa dissolution par le vitriol de fer, et la platine ne l'est pas : ceci fournit un moyen de séparer l'or de la platine, s'il s'y trouvoit artificiellement allié; mais cet intermède ne peut rien sur leur alliage naturel. Le mercure, qui s'amalgame si puissamment avec l'or, ne s'unit point avec la platine : ceci fournit un second moyen de reconnoître l'or falsifié par le mélange de la platine; il ne faut que réduire l'alliage en poudre, et la présenter au mercure, qui s'emparera de toutes les particules d'or, et ne s'attachera point à celles de la platine.

Ces différences entre l'or et la platine sont peu considérables en comparaison des rapports de nature que ces deux substances ont l'une avec l'autre. La platine ne s'est trouvée que dans les mines d'or, et seulement dans deux endroits particuliers, et, quoique tirée de la même mine, sa substance n'est pas toujours la même; car en essayant sous le marteau plusieurs grains de platine, telle qu'on nous l'envoie, j'ai reconnu que quelques-uns de ces grains s'étendoient assez facilement, tandis que d'autres se brisoient sous une percussion égale : cela seul suffiroit pour faire voir que ce n'est point un métal natif et d'une nature univoque, mais un mélange équivoque qui se trouve plus ou moins aigre, selon la quantité et la qualité des matières alliées.

« séparer, celui du départ, en ajoutant au mélange trois fois autant d'argent, « ou environ, qu'il y a d'or; l'acide nitreux dissout l'argent et la platine, et l'or « tout entier en est séparé; on verse ensuite de l'acide marin sur la liqueur chargée « de l'argent et de la platine, sur-le-champ on a un précipité de l'argent seul; « et comme on a formé par-là une eau régale, la platine n'en est que mieux main- « tenue dans la liqueur qui surnage l'argent précipité. Pour obtenir ensuite la « platine, on fait évaporer sur un bain de sable la liqueur qui la contient, et on « traite le résidu par le flux noir, en y ajoutant de la chaux de cuivre propre à « rassembler ces particules de platine; on lamine après cela le bouton de cuivre « qu'on a retiré de l'opération, et on le fait dissoudre à froid dans de l'esprit de « nitre affoibli; la platine se précipite au fond du matras, et, après un recuit, « elle s'annonce avec ses caractères métalliques, mais avec un déchet de moitié « ou environ sur la quantité de platine qu'on a employée. Voilà le procédé que « j'ai suivi, et par lequel on voit que je n'ai rien pu perdre par un défaut de soin; « après des opérations réitérées on parvient à réduire la platine à peu de grains, « et enfin à la perdre totalement. Ces expériences annoncent que la platine se dé- « compose et n'est pas un métal simple; la matière noire et ferrugineuse se montre « à chaque opération, et se trouve mêlée avec celle qui a conservé l'état métalli- « que : cette matière noirâtre qui n'a pu reprendre ses caractères métalliques, est « fort légère et ne se précipite qu'avec peine; on ne croiroit jamais qu'elle eût ap- « partenu à un métal aussi pesant que la platine; quatre ou cinq grains de cette « matière décomposée ont le volume d'une noisette. » (*Note de M. Tillet.*)

Quoique la platine soit blanche à peu près comme l'argent, sa dissolution est jaune, et même plus jaune que celle de l'or; cette couleur augmente encore à mesure que la dissolution se sature, et devient à la fois tout-à-fait rouge. Cette dernière couleur ne provient-elle pas du fer toujours uni à la platine? En faisant évaporer lentement cette dissolution, on obtient un sel cristallisé semblable au sel d'or: la dissolution noircit de même la peau, et laisse aussi précipiter la platine, comme l'or, par l'éther et par les autres huiles éthérées; enfin son sel reprend, comme celui de l'or, son état métallique, sans addition ni secours.

Le produit de la dissolution de la platine paroit différer de l'or dissous, en ce que le précipité de platine, fait par l'alcali volatil, ne devient pas fulminant comme l'or; mais aussi, peut-être que si l'on joignoit une petite quantité de fer à la dissolution d'or, le précipité ne seroit pas fulminant. Je présume de même que c'est par une cause semblable que le précipité de la platine par l'étain ne se colore pas de pourpre comme celui de l'or; et, dans le vrai, ces différences sont si légères en comparaison des grands et vrais rapports que la platine a constamment avec l'or, qu'elles ne suffisent pas, à beaucoup près, pour faire un métal à part et indépendant, d'une matière qui n'est très-vraisemblablement qu'altérée par le mélange du fer et de quelques vapeurs arsenicales: car, quoique notre art ne puisse rendre à ces deux métaux altérés leur première essence, il ne faut pas conclure de son impuissance à l'impossibilité; ce seroit prétendre que la Nature n'a pu faire ce que nous ne pouvons défaire, et nous devrions plutôt nous attacher à l'imiter qu'à la contredire.

Aucun acide simple, ni même le sublimé corrosif ni le soufre, n'agissent pas plus sur la platine que sur l'or; mais le foie de soufre les dissout également: toutes les substances métalliques la précipitent comme l'or, et son précipité conserve de même sa couleur et son brillant métallique; elle s'allie comme l'or avec tous les métaux et les demi-métaux.

La différence la plus sensible qu'il y ait entre les propriétés secondaires de l'or et de la platine, c'est la facilité avec laquelle il s'amalgame avec le mercure, et la résistance que la platine oppose à cette union. Il me semble que c'est par le fer et par l'arsenic dont la platine est intimement pénétrée, que l'or aura perdu son attraction avec le mercure, qui, comme l'on sait, ne peut s'amalgamer avec le fer, et encore moins avec l'arsenic. Je suis donc persuadé qu'on pourra toujours donner la raison de toutes ces différences en convenant avec moi que la platine est un or

dénaturé par le mélange intime du fer et d'une vapeur d'arsenic.

La platine mêlée en parties égales avec l'or exige un feu violent pour se fondre ; l'alliage est blanchâtre, dur, aigre et cassant : néanmoins, en le faisant recuire, il s'étend un peu sous le marteau. Si on met quatre parties d'or sur une de platine, il ne faut pas un si grand degré de feu pour les fondre : l'alliage conserve à peu près la couleur de l'or ; et l'on a observé qu'en général l'argent blanchit l'or beaucoup plus que la platine. Cet alliage de quatre parties d'or sur une de platine peut s'étendre en lames minces sous le marteau.

Pour fondre la platine et l'argent mêlés en parties égales, il faut un feu très-violent, et cet alliage est moins brillant et plus dur que l'argent pur : il n'a que peu de ductilité ; sa substance est grenue, les grains en sont assez gros et paroissent mal liés ; et lors même que l'on met sept ou huit parties d'argent sur une de platine, le grain de l'alliage est toujours grossier : on peut, par ce mélange, faire cristalliser très aisément l'argent en fusion [1] ; ce qui démontre le peu d'affinité de ce métal avec la platine, puisqu'il ne contracte avec elle qu'une union imparfaite.

Il n'en est pas de même du mélange de la platine avec le cuivre ; c'est de tous les métaux celui avec lequel elle se fond le plus facilement : mêlés à parties égales, l'alliage en est dur et cassant ; mais si l'on ne met qu'une huitième ou neuvième partie de platine, l'alliage est d'une plus belle couleur que celle du cuivre ; il est aussi plus dur, et peut recevoir un plus beau poli ; il résiste beaucoup mieux à l'impression des élémens humides ; il ne donne que peu ou point de vert-de-gris, et il est assez ductile pour être travaillé à peu près comme le cuivre ordinaire. On pourroit donc, en alliant le cuivre et la platine dans cette proportion, essayer d'en faire des vases de cuisine qui pourroient se passer d'étamage, et qui n'auroient aucune des mauvaises qualités du cuivre, de l'étain et du plomb.

La platine mêlée avec quatre ou cinq fois autant de fonte de fer, donne un alliage plus dur que cette fonte, et encore moins

---

[1] « Les cristallisations constantes de l'argent où il est entré de la platine, semblent indiquer réellement le peu d'affinité qu'il y a entre ces deux métaux ; il paroît que l'argent tend à se séparer de la platine. On a infailliblement des cristallisations d'argent bien prononcées, en fondant huit parties d'argent pur avec une partie de platine et en les passant à la coupelle. J'ai remis, pour le Cabinet du Roi, des boutons de deux gros ainsi cristallisés à leur surface ; la loupe la moins forte d'un microscope fait distinguer nettement les petites pyramides de l'argent. » (*Remarque communiquée par M. Tillet.*)

sujet à la rouille : il prend un beau poli; mais il est trop aigre pour pouvoir être mis en œuvre comme l'alliage de cuivre. M. Lewis, auquel on doit ces observations, dit aussi que la platine se fond avec l'étain en toutes proportions, depuis parties égales jusqu'à vingt-quatre parties d'étain sur une de platine, et que ces alliages sont d'autant plus durs et plus aigres que la platine est en plus grande quantité, en sorte qu'il ne paroît pas qu'on puisse les travailler. Il en est de même des alliages avec le plomb, qui même exigent un feu plus violent que ceux avec l'étain. Cet habile chimiste a encore observé que le plomb et l'argent ont tant de peine à s'unir avec la platine, qu'il tombe toujours une bonne partie de la platine au fond du creuset dans sa fusion avec ces deux métaux, qui de tous ont par conséquent le moins d'affinité avec ce minéral.

Le bismuth, comme le plomb, ne s'allie qu'imparfaitement avec la platine, et l'alliage qui en résulte est cassant au point d'être friable : mais de la même manière que, dans les métaux, le cuivre est celui avec lequel la platine s'unit le plus facilement, il se trouve que, des demi-métaux, c'est le zinc avec lequel elle s'unit aussi le plus parfaitement. Cet alliage de la platine et du zinc ne change point de couleur, et ressemble au zinc pur; il est seulement plus ou moins bleuâtre, selon la proportion plus ou moins grande de la platine dans le mélange : il ne se ternit point à l'air; mais il est plus aigre que le zinc, qui, comme l'on sait, s'étend sous le marteau. Ainsi cet alliage de la platine et du zinc, quoique facile, n'offre encore aucun objet d'utilité. Mais si l'on mêle quatre parties de laiton ou cuivre jaune avec une partie de platine, l'union paroît s'en faire d'une manière intime : la substance de l'alliage est compacte et fort dure; le grain en est très-fin et très-serré, et il prend un poli vif qui ne se ternit point à l'air. Sans être bien ductile, cet alliage peut néanmoins s'étendre assez sous le marteau pour pouvoir s'en servir à faire des miroirs de télescope et d'autres petits ouvrages dont le poli doit résister aux impressions de l'air.

J'ai cru pouvoir avancer, il a quelques années [1], et je crois pouvoir soutenir encore aujourd'hui, que la platine n'est point un métal pur, mais seulement un alliage d'or et de fer, produit accidentellement et par des circonstances locales. Comme tous nos chimistes, d'après MM. Schœffer et Lewis, avoient sur cela pris leur parti, qu'ils en avoient parlé comme d'un nouveau métal parfait, ils ont cherché des raisons contre mon opinion; et ces raisons m'ont paru se réduire à une seule objection que je tâcherai de ne pas laisser sans

[1] Tome II, page 72.

réponse. « Si la platine, dit un de nos plus habiles chimistes [a], étoit « un alliage d'or et de fer, elle devroit reprendre les propriétés de « l'or à proportion qu'on détruiroit et qu'on lui enleveroit une « plus grande quantité de son fer; et il arrive précisément le con- « traire; loin d'acquérir la couleur jaune, elle n'en devient que « plus blanche, et les propriétés par lesquelles elle diffère de l'or « n'en sont que plus marquées. » Il est très-vrai que si on mêle de l'or avec du fer dans leur état ordinaire, on pourra toujours les séparer, en quelque dose qu'ils soient alliés, et qu'à mesure qu'on détruira et enlevera le fer, l'alliage reprendra la couleur de l'or, et que ce dernier métal reprendra lui-même toutes ses propriétés dès que le fer en sera séparé ; mais n'ai-je pas dit et répété que le fer qui se trouve si intimement uni à la platine n'est pas du fer dans son état ordinaire de métal, qu'il est au contraire comme le sablon ferrugineux qui se trouve mêlé avec la platine, presque entièrement dépouillé de ses propriétés métalliques, puisqu'il est presque infusible, qu'il résiste à la rouille, aux acides, et qu'il ne lui reste que la propriété d'être attirable à l'aimant? Dès-lors l'objection tombe, puisque le feu ne peut rien sur cette sorte de fer; tous les ingrédiens, toutes les combinaisons chimiques, ne peuvent ni l'altérer ni le changer, ni lui ôter sa qualité magnétique, ni même le séparer en entier de la platine, avec laquelle il reste constamment et intimement uni; et quoique la platine conserve sa blancheur et ne prenne point la couleur de l'or après toutes les épreuves qu'on lui a fait subir, cela n'en prouve que mieux que l'art ne peut altérer sa nature. Sa substance est blanche et doit l'être en effet, en la supposant, comme je le fais, composée d'or dénaturé par l'arsenic, qui lui donne cette couleur blanche, et qui, quoique très-volatil, peut néanmoins y être très-fixement uni, et même plus intimement qu'il ne l'est dans le cuivre, dont on sait qu'il est très-difficile de le séparer.

Plus j'ai combiné les observations générales et les faits particuliers sur la nature de la platine, plus je me suis persuadé que ce n'est qu'un mélange accidentel d'or imbu de vapeurs arsenicales, et d'un fer brûlé autant qu'il est possible, auquel le feu a par conséquent enlevé toutes ses propriétés métalliques, à l'exception de son magnétisme; je crois même que les physiciens qui réfléchiront sans préjugé sur tous les faits que je viens d'exposer, seront de mon avis, et que les chimistes ne s'obstineront pas à regarder comme un métal pur et parfait une matière qui est évidemment

[a] M. Macquer.

alliée avec d'autres substances métalliques. Cependant voyons encore de plus près les raisons sur lesquelles ils voudroient fonder leur opinion.

En recherchant les différences de l'or et de la platine jusque dans leur décomposition, on a observé, 1°. que la dissolution de la platine dans l'eau régale ne teint pas la peau, les os, les marbres et pierres calcaires, en couleur pourpre, comme le fait la dissolution de l'or, et que la platine ne se précipite pas en poudre couleur de pourpre comme l'or précipité par l'étain : mais ceci doit-il nous surprendre, puisque la platine est blanche et que l'or est jaune? 2°. L'esprit-de-vin et les autres huiles essentielles, ainsi que le vitriol de fer, précipitent l'or et ne précipitent pas la platine; mais il me semble que cela doit arriver, puisque la platine est mêlée de fer, avec lequel le vitriol martial et les huiles essentielles ont plus d'affinité qu'avec l'eau régale, et qu'en ayant moins avec l'or, elles le laissent se dégager de sa dissolution. 3°. Le précipité de la platine par l'alcali volatil ne devient pas fulminant comme celui de l'or : cela ne doit pas encore nous étonner; car cette précipitation produite par l'alcali est plus qu'imparfaite, attendu que la dissolution reste toujours colorée et chargée de platine, qui, dans le vrai, est plutôt calcinée que dissoute dans l'eau régale : elle ne peut donc pas, comme l'or dissous et précipité, saisir l'air que fournit l'alcali volatil, ni par conséquent devenir fulminante. 4°. La platine traitée à la coupelle, soit par le plomb, le bismuth ou l'antimoine, ne fait point l'*éclair* comme l'or, et semble retenir une portion de ces matières; mais cela nedoit-il pasnécessairement arriver, puisque sa fusion n'est pas parfaite, et qu'un mélange avec une matière déjà mélangée ne peut produire une substance pure, telle que celle de l'or quand il fait l'éclair? Ainsi toutes ces différences, loin de prouver que la platine est un métal simple et différent de l'or, semblent démontrer, au contraire, que c'est un or dénaturé par l'alliage intime d'une matière ferrugineuse également dénaturée; et si notre art ne peut rendre à ces métaux leur première forme, il ne faut pas en conclure que la substance de la platine ne soit pas composée d'or et de fer, puisque la présence du fer y est démontrée par l'aimant, et celle de l'or par la balance.

Avant que la platine fût connue en Europe, les Espagnols, et même les Américains, l'avoient fondue en la mêlant avec des métaux, et particulièrement avec le cuivre et l'arsenic; ils en avoient fait différens petits ouvrages qu'ils donnoient à plus bas

prix que de pareils ouvrages en argent : mais avec quelque métal qu'on puisse allier la platine, elle en détruit, ou du moins diminue toujours la ductilité ; elle les rend tous aigres et cassans ; ce qui semble prouver qu'elle contient une petite quantité d'arsenic, dont on sait qu'il ne faut qu'un grain pour produire cet effet sur une masse considérable de métal. D'ailleurs il paroît que, dans ces alliages de la platine avec les métaux, la combinaison des substances ne se fait pas d'une manière intime ; c'est plutôt une agrégation qu'une union parfaite ; et cela seul suffit pour produire l'aigreur de ces alliages.

M. de Morveau, aussi savant physicien qu'habile chimiste, dit avec raison que la densité de la platine [1] n'est pas constante ; qu'elle varie même suivant les différens procédés qu'on emploie pour la fondre, quoiqu'elle n'y prenne certainement aucun alliage. Ce fait ne démontre-t-il pas deux choses ? la première, que la densité est ici d'autant moindre que la fusion est plus imparfaite, et qu'elle seroit peut-être égale à celle de l'or, si l'on pouvoit réduire la platine en fonte parfaite ; c'est ce que nous avons tâché de faire en en faisant passer quelques livres à travers les charbons dans un fourneau d'aspiration [2] : la seconde, c'est que cet alliage de fer et

---

[1] Selon M. Brisson, la platine en grenaille ne pèse que 1092 livres 2 onces le pied cube, tandis que la platine fondue et écrouie pèse 1423 livres 9 onces ; ce qui surpasse la densité de l'or battu et écroui, qui ne pèse que 1355 livres 5 onces. Si cette détermination est exacte, on doit en inférer que la platine fondue est susceptible d'une plus grande compression que l'or.

[2] « Il est impossible de fondre la platine ou or blanc dans un creuset, sans addition. Il résiste à un feu aussi vif et même plus fort que celui qui fond les meil« leurs creusets...... Il fondroit beaucoup plus aisément sur les charbons, sans « creuset ; mais on ne peut le traiter ainsi, quand on n'en a pas une livre, et « j'étois dans ce cas. Le phlogistique des charbons ne contribue en aucune ma« nière à la fusion de ce métal ; mais leur chaleur animée par le soufflet de forge, « est beaucoup plus forte que celle du creuset. » (*Description de l'or blanc, etc.*, par M. Schœffer, *Journal étranger,* mois de novembre 1757.) J'ai pensé sur cela comme M. Schœffer, et j'ai cru que je viendrois à bout de fondre parfaitement la platine en la faisant passer à travers les charbons ardens, et en assez grande quantité pour pouvoir la recueillir en fonte ; M. de Morveau a bien voulu conduire cette opération en ma présence ; pour cela, nous avons fait construire, au mois d'août dernier 1781, une espèce de haut fourneau de treize pieds huit pouces de hauteur totale, divisé en quatre parties égales ; savoir, la partie inférieure, de forme cylindrique, de vingt pouces de haut sur vingt pouces de diamètre, formée de trois dalles de pierre calcaire posées sur une pierre de même nature, creusée légèrement en fond de chaudière : ce cylindre étoit percé, vers le bas, de trois ouvertures disposées aux sommets d'un triangle équilatéral inscrit ; chacune de ces ouvertures étoit de huit pouces de longueur sur dix de hauteur, et défendue à l'extérieur par des murs en brique, à la manière des gardes-tirans des fours à porcelaine.

La seconde partie du fourneau, formée de dalles de même pierre, étoit en cône

d'or, produit par un accident de nature, n'est pas, comme les métaux, d'une densité constante, mais d'une densité variable et réel-

---

de douze pouces de hauteur, ayant au bas vingt pouces de diamètre et neuf pouces au-dessus ; les dalles de ces deux parties étoient entretenues par des cercles de fer.

La troisième partie, formant un tuyau de neuf pouces de diamètre et de cinq pieds de long, fut construite en brique.

Un tuyau de tôle de neuf pouces de diamètre et six pieds de hauteur, placé sur le tuyau de brique, formoit la quatrième et dernière partie du fourneau. On avoit pratiqué une porte vers le bas pour la commodité du chargement.

Ce fourneau ainsi construit, on mit le feu vers les quatre heures du soir : il tira d'abord assez bien ; mais ayant été chargé de charbon jusqu'aux deux tiers du tuyau de brique, le feu s'éteignit, et on eut assez de peine à le rallumer et à faire descendre les charbons qui s'engorgeoient. L'humidité eut sans doute aussi quelque part à cet effet. Ce ne fut qu'à minuit que le tirage se rétablit ; on l'entretint jusqu'à huit heures du matin en chargeant de charbon à la hauteur de cinq pieds seulement, et bouchant alternativement un des tisarts pour augmenter l'activité des deux autres.

Alors on jeta dans ce fourneau treize onces de platine mêlées avec quatre livres de verre de bouteille pulvérisé et tamisé, et on continua de charger de charbon à la même hauteur de cinq pieds au-dessus du fond.

Deux heures après, on ajouta même quantité de platine et de verre pilé.

On aperçut vers le midi quelques scories à l'ouverture des tisarts ; elles étoient d'un verre grossier, tenace, pâteux, et présentoient à leur surface des grains de platine non attaqués : on fit rejeter dans le fourneau toutes celles que l'on put tirer.

On essaya de boucher à la fois deux tisarts, et l'élévation de la flamme fit voir que le tirage en étoit réellement augmenté ; mais les cendres qui s'amonceloient au fond, arrêtant le tirage, on prit le parti de faire jouer un très-gros soufflet en introduisant la buse dans un des tisarts, les autres bouchés, et pour lors on enleva le tuyau de tôle, qui devenoit inutile.

On reconnut vers les cinq heures du soir que les cendres étoient diminuées ; les scories mieux fondues contenoient une infinité de petits globules de platine : mais il ne fut pas possible d'obtenir un laitier assez fluide pour permettre la réunion des petits culots métalliques ; on arrêta le feu à minuit.

Le fourneau ayant été ouvert après deux jours de refroidissement, on trouva sur le fond une masse de scories grossières, formées des cendres vitrifiées et de quelques matières étrangères portées avec le charbon ; la platine y étoit disséminée en globules de différentes grosseurs, quelques-uns du poids de vingt cinq à trente grains, tous très-attirables à l'aimant : on observa dans quelques parties des scories une espèce de cristallisation en rayons divergens, comme l'asbeste ou l'hématite striée. La chaleur avoit été si violente, que, dans tout le pourtour intérieur, la pierre du fourneau étoit complétement calcinée de trois pouces et demi d'épaisseur, et même entamée en quelques endroits par la vitrification.

Les scories pulvérisées furent débarrassées, par un lavage en grande eau, de toutes les parties de chaux et même d'une portion de la terre. On mit toute la matière restante dans un très-grand creuset de plomb noir, avec une addition de six livres d'alcali extemporané ; ce creuset fut placé devant les soufflets d'une chaufferie ; en moins de six heures le creuset fut percé du côté du vent ; et il fallut arrêter le feu, parce que la matière qui en sortoit couloit au-devant des soufflets.

On reconnut le lendemain, à l'ouverture du creuset, que la masse vitreuse qui

lement différente suivant les circonstances, en sorte que telle platine est plus ou moins pesante que telle autre, tandis que, dans tout vrai métal, la densité est égale dans toutes les parties de sa substance.

M. de Morveau a reconnu, comme moi et avec moi, que la platine est en elle-même magnétique, indépendamment du sablon ferrugineux dont elle est extérieurement mêlée et quelquefois environnée. Comme cette observation a été contredite, et que Schœffer a prétendu qu'en faisant seulement rougir la platine, elle cessoit d'être attirable à l'aimant; que d'autres chimistes en grand nombre ont dit qu'après la fonte elle étoit absolument insensible à l'action magnétique, nous ne pouvons nous dispenser de présenter ici le résultat des expériences et les faits relatifs à ces assertions.

MM. Macquer et Baumé assurent avoir reconnu « qu'en pous-« sant à un très-grand feu pendant cinquante heures la coupel-« lation de la platine, elle avoit perdu de son poids; ce qui prouve « que tout le plomb avoit passé à la coupelle avec quelque ma-« tière qu'il avoit enlevée, d'autant que cette platine passée à « cette forte épreuve de coupelle étoit devenue assez ductile pour « s'étendre sous le marteau. » Mais s'il étoit bien constant que la platine perdît de son poids à la coupellation, et qu'elle en perdît d'autant plus que le feu est plus violent et plus long-temps continué, cette coupellation de cinquante heures n'étoit encore qu'imparfaite, et n'a pas réduit la platine à son état de pureté. « On « n'étoit pas encore parvenu, dit avec raison M. de Morveau, à « achever la coupellation de la platine, lorsque nous avons fait voir « qu'il étoit possible de la rendre complète au moyen d'un feu de « la dernière violence. M. de Buffon a donné le détail de ces expé-« riences qui ont fourni un bouton de platine pure, et absolu-« ment privé de plomb et de tout ce qu'il auroit pu scorifier; et

---

avoit coulé et qui étoit encore attachée au creuset, tenoit une quantité de petits culots de platine du poids de soixante à quatre-vingts grains chacun, et qui étoient formés de globules refondus; ces culots étoient de même très-magnétiques, et plusieurs présentoient à leur surface des élémens de cristallisation. Le reste de la platine étoit à peine agglutiné.

On pulvérisa grossièrement toute la masse; et en y promenant le barreau aimanté, on en retira près de onze onces de platine, tant en globules qu'en poussière métallique. Cette expérience fut faite aux forges de Buffon, et en même temps nous répétâmes dans mon laboratoire de Montbard l'expérience de la platine malléable : on fit dissoudre un globule de platine dans l'eau régale : on précipita la dissolution par le sel ammoniac; le précipité mis dans un creuset au feu d'une petite forge, fut promptement revivifié, quoique sans fusion complète. Il s'étendit très-bien sous le marteau, et les parcelles atténuées et divisées dans le mortier d'agate se trouvèrent encore sensibles à l'aimant.

« il faut observer que cette platine manifesta encore un peu de « sensibilité à l'action du barreau aimanté lorsqu'elle fut réduite « en poudre ; ce qui annonce que cette propriété lui est essentielle, « puisqu'elle ne peut dépendre ici de l'alliage d'un fer étran- « ger. » On ne doit donc pas regarder la platine comme un métal pur, simple et parfait, puisqu'en la purifiant autant qu'il est possible, elle contient toujours des parties de fer qui la rendent sensible à l'aimant. M. de Morveau a fondu la platine, sans addition d'aucune matière métallique, par un fondant composé de huit parties de verre pulvérisé, et d'une partie de borax calciné, et d'une demi-partie de poussière de charbon. Ce fondant vitreux et salin fond également les mines de fer et celles de tous les autres métaux ; et après cette fusion, où il n'entre ni fer ni aucun autre métal, la platine broyée dans un mortier d'agate étoit encore attirable à l'aimant. Ce même habile chimiste est le premier qui soit venu à bout d'allier la platine avec le fer forgé, au moyen du fondant que nous venons d'indiquer : cet alliage du fer forgé avec la platine est d'une extrême dureté, il reçoit un très-beau poli qui ne se ternit point à l'air, et ce seroit la matière la plus propre de toutes à faire des miroirs de télescope.

Je pourrois rapporter ici les autres expériences par lesquelles M. de Morveau s'est assuré que le fer existe toujours dans la platine la plus purifiée ; on les lira avec satisfaction dans son excellent ouvrage [1] : on y trouvera, entre autres choses utiles, l'indication d'un moyen sûr et facile de reconnoître si l'or a été falsifié par le mélange de la platine ; il suffit pour cela de faire dissoudre dans l'eau régale une portion de cet or suspect, et d'y jeter quelques gouttes d'une dissolution de sel ammoniac ; il n'y aura aucun précipité si l'or est pur, et au contraire il se fera un précipité d'un beau jaune s'il est mêlé de platine ; on doit seulement avoir attention de ne pas étendre la dissolution dans beaucoup d'eau. C'est en traitant le précipité de la platine par une dissolution concentrée de sel ammoniac, et en lui faisant subir un feu de la dernière violence, qu'on peut la rendre assez ductile pour s'étendre sous le marteau ; mais dans cet état de plus grande pureté, lorsqu'on la réduit en poudre, elle est encore attirable à l'aimant. La platine est donc toujours mêlée de fer, et dès-lors on ne doit pas la regarder comme un métal simple : cette vérité, déjà bien constatée, se confirmera encore par toutes les expériences qu'on voudra tenter pour s'en assurer. M. Margraff a précipité la platine

---

[1] *Élémens de chimie.*

par plusieurs substances métalliques; aucune de ces précipitations ne lui a donné la platine en état de métal, mais toujours sous la forme d'une poudre brune : ce fait n'est pas le moins important de tous les faits qui mettent ce minéral hors de la classe des métaux simples.

M. Lewis assure que l'arsenic dissout aisément la platine : M. de Morveau, plus exact dans ses expériences, a reconnu que cette dissolution n'étoit qu'imparfaite, et que l'arsenic corrodoit plutôt qu'il ne dissolvoit la platine; et de tous les essais qu'il a faits sur ces deux minéraux joints ensemble, il conclut qu'il y a entre eux une très-grande affinité; « ce qui ajoute, dit-il, aux faits qui « établissent déjà tant de rapports entre la platine et le fer. » Mais ce dernier fait ajoute aussi un degré de probabilité à mon idée sur l'existence d'une petite quantité d'arsenic dans cette substance composée de fer et d'or.

A tous ces faits qui me semblent démontrer que la platine n'est point un métal pur et simple, mais un mélange de fer et d'or tous deux altérés, dans lequel ces deux métaux sont intimement unis, je dois ajouter une observation qui ne peut que les confirmer : il y a des mines de fer, tenant or et argent, qu'il est impossible, même avec seize parties de plomb, de réduire en scories fluides; elles sont toujours pâteuses et filantes, et par conséquent l'or et l'argent qu'elles contiennent, ne peuvent s'en séparer pour se joindre au plomb. On trouve, en une infinité d'endroits, des sables ferrugineux tenant de l'or : mais jusqu'à présent on n'a pu, par la fonte en grand, en séparer assez d'or pour payer les frais; le fer qui se ressuscite retient l'or, ou bien l'or reste dans les scories [1]. Cette union intime de l'or avec le fer dans ces sablons ferrugineux, qui tous sont très-magnétiques et semblables au sablon de la platine, indique que cette même union peut bien être encore plus forte dans la platine où l'or a souffert, par quelques vapeurs arsenicales, une altération qui l'a privé de sa ductilité; et cette union est d'autant plus difficile à rompre, que ni l'un ni l'autre de ces métaux n'existent dans la platine en leur état de

[1] *Traité de la fonte des mines* de Schlutter, tome I, pages 183 et 184. On doit néanmoins observer que le procédé indiqué par M. Hellot, d'après Schlutter, n'est peut-être pas le meilleur qu'on puisse employer pour tirer l'or et l'argent du fer. M. de Grignon dit qu'il faut scorifier par le soufre, rafraîchir par le plomb, et coupeller ensuite; il assure que le sieur Vatrin a tiré l'or du fer avec quelque bénéfice, et qu'il en a traité dans un an quarante milliers qui venoient des forges de M. de la Blouse en Nivernois et Berri, d'une veine de mine de fer qui a cessé de fournir de ce minéral aurifère.

nature, puisque tous deux y sont dénués de la plupart de leurs propriétés métalliques.

« Toutes les expériences que j'ai faites sur la platine, m'écrit « M. Tillet, me conduisent à croire qu'elle n'est point un métal « simple, que le fer y domine, mais qu'elle ne *contient point* « *d'or*. » Quelque confiance que j'aie aux lumières de ce savant académicien, je ne puis me persuader que la partie dense de la platine ne soit pas essentiellement de l'or, mais de l'or altéré, et auquel notre art n'a pu jusqu'à présent rendre sa première forme. Ne seroit-il pas plus qu'étonnant qu'il existât en deux seuls endroits du monde une matière aussi pesante que l'or, qui ne seroit pas de l'or, et que cette matière si dense qu'on voudroit supposer différente de l'or, ne se trouvât néanmoins que dans des mines d'or? Je le répète, si la platine se trouvoit, comme les autres métaux, dans toutes les parties du monde, si elle se trouvoit en mines particulières et dans d'autres mines que celles d'or, je pourrois penser alors, avec M. Tillet, qu'elle ne contient point d'or, et qu'il existe en effet une autre matière à peu près aussi dense que l'or, dont elle seroit composée avec un mélange de fer; et, dans ce cas, on pourroit la regarder comme un septième métal, surtout si l'on pouvoit parvenir à en séparer le fer : mais, jusqu'à ce jour, tout me semble démontrer ce que j'ai osé avancer le premier, que ce minéral n'est point un métal simple, mais seulement un alliage de fer et d'or; il me paroît même qu'on peut prouver par un seul fait, que cette substance dense de la platine n'est pas une matière particulière essentiellement différente de l'or, puisque le soufre, ou sa vapeur, agit sur tous les métaux, à l'exception de l'or, et que n'agissant point du tout sur la platine, on doit en conclure que la substance dense de ce minéral est de même essence que celle de l'or; et l'on ne peut pas objecter que, par la même raison, la platine ne contienne pas du fer, sur lequel l'on sait que le soufre agit avec grande énergie, parce qu'il faut toujours se souvenir que le fer contenu dans la platine n'est point dans son état métallique, mais réduit en sablon magnétique, et que, dans cet état, le soufre ne l'attaque pas plus qu'il n'attaque l'or.

M. le baron de Sickengen, homme aussi recommandable par ses qualités personnelles et ses dignités que par ses grandes connoissances en chimie, a communiqué à l'Académie des Sciences, en 1778, les observations et les expériences qu'il avoit faites sur la platine, et je fais ici volontiers l'éloge de son travail, quoique je ne sois pas d'accord avec lui sur quelques points que nous avons probablement vus d'une manière différente : par exemple, il an-

nonce, par son expérience 21, que le nitre en fusion n'altère pas la platine; je ne puis m'empêcher de lui faire observer que les expériences des autres chimistes, et en particulier celles de M. de Morveau, prouvent le contraire, puisque la platine, ainsi traitée, se laisse attaquer par l'acide vitriolique et par l'eau-forte.

L'expérience 22 de M. le baron de Sickengen paroît confirmer le soupçon que j'ai toujours eu, que la platine ne nous arrive pas telle qu'elle sort de la mine, mais seulement après avoir passé sous la meule, et très-probablement après avoir été soumise à l'amalgame; les globules de mercure que M. Schoeffer et M. le comte de Milly ont remarqués dans celle qu'ils traitoient, viennent à l'appui de cette présomption que je crois fondée.

J'observerai, au sujet de l'expérience 55 de M. le baron de Sickengen, qu'elle avoit été faite auparavant, et publiée dans une lettre qui m'a été adressée par M. de Morveau, et qui est insérée dans le *Journal de Physique*, tome VI, page 193. Ce que M. de Sickengen a fait de plus que M. de Morveau, c'est qu'ayant opéré sur une plus grande quantité de platine, il a pu former un barreau d'un culot plus gros que celui que M. de Morveau n'a pu étendre qu'en une petite lame.

Je ne peux me dispenser de remarquer aussi que le principe posé pour servir de base aux conséquences de l'expérience 56, ne me paroît pas juste : car un alliage, même fait par notre art, peut avoir ou acquérir des propriétés différentes dans les substances alliées, et par conséquent la platine pourroit s'allier au mercure sans qu'on pût en conclure qu'elle ne contient pas de fer; et même cette expérience 56 est peut-être tout ce qu'il y a de plus fort pour prouver au moins l'impossibilité de priver la platine de tout fer, puisque cette platine revivifiée que l'on nous donne pour la plus pure, et qui éprouve une sorte de décomposition par le mercure, produit une poudre noire martiale, attirable à l'aimant, et avec laquelle on peut faire le bleu de Prusse. Or, pour conclure, comme le fait l'illustre auteur (expérience 59), que l'analyse n'a point de prise sur la platine, il auroit fallu répéter sur le produit de l'expérience 59, les épreuves sur le produit de l'expérience 56, et démontrer qu'il ne donnoit plus ni poudre noire, ni atomes magnétiques, ni bleu de Prusse; sans cela, le procédé qui fait l'amalgame à chaud, n'est plus qu'un procédé approprié qui ne décide de rien.

J'observe encore que l'expérience 64 donne un résultat qui est plus d'accord avec mon opinion qu'avec celle de l'auteur; car, par l'addition du mercure, le fer, comme la platine, se sépare en

poudre noire, et cela seul suffit pour infirmer les conséquences qu'on voudroit tirer de cette expérience. Enfin, si nous rapprochons les aveux de cet habile chimiste, qui ne laisse pas de convenir « que la platine ne peut jamais être privée de tout fer........ « qu'il n'est pas prouvé qu'elle soit homogène.... qu'elle contient « cinq treizièmes de fer qu'on peut retirer progressivement par « des procédés très-compliqués.... qu'enfin il faut, avant de rien « décider, répéter sur la platine réduite toutes les expériences « qu'il a faites sur la platine brute......... » Il nous paroît qu'il ne devoit pas prononcer contre ses propres présomptions, en assurant, comme il le fait, que la platine n'est pas un alliage, mais un métal simple.

M. Bowles, dans son *Histoire naturelle de l'Espagne*, a inséré les expériences et les observations qu'il étoit plus à portée que personne de faire sur cette matière, puisque le gouvernement lui avoit fait remettre une grande quantité de platine pour l'éprouver; néanmoins il nous apprend peu de chose, et il attaque mon opinion par de petites raisons. « En 1753, dit-il, le ministre me « fit livrer une quantité suffisante de platine, avec ordre de sou- « mettre cette matière à mes expériences, et de donner mon avis « sur le bon et le mauvais usage qu'on pourroit en faire. Cette « platine qu'on me remit étoit accompagnée de la note suivante: « *Dans l'évêché de Popayan, suffragant de Lima, il y a beau-* « *coup de mines d'or, et une entre autres nommée* Choco: *dans* « *une partie de la montagne se trouve en grande quantité une es-* « *pèce de sable que ceux du pays appellent* platine *ou* or blanc. « En examinant cette matière, je trouvai qu'elle étoit fort pe- « sante et mêlée de quelques grains d'or couleur de suie.... Après « avoir séparé les grains d'or, j'ai trouvé que la platine étoit plus « pesante que l'or à 20 karats; en ayant fait battre quelques « grains sous le marteau, je vis qu'ils s'étendoient de cinq ou six « fois leur diamètre, et qu'ils restoient blancs comme l'argent: « mais les ayant envoyés à un batteur d'or, ils se brisèrent sous « les pilons...... Je voulus fondre cette platine à un feu très-vio- « lent; mais les grains ne firent que s'agglutiner.... J'essayai de la « dissoudre par les acides; le vitriolique et le nitreux ne l'atta- « quèrent point: mais l'acide marin parut l'entamer; et ayant « versé une bonne dose de sel ammoniac sur cet acide, je vis « toute la platine se précipiter en une matière couleur de brique: « enfin, après un grand nombre d'expériences raisonnées, je suis « parvenu à faire avec la platine du véritable *bleu de Prusse*. « Ayant reconnu par ces mêmes expériences que la platine con-

« tenoit un peu de fer, et m'étant souvenu que, dans mes pre-
« mières opérations, les grains de platine exposés à un feu vio-
« lent avoient contracté entre eux une adhérence très-superficielle,
« puisqu'il ne falloit qu'un coup assez léger pour les séparer, je
« conclus que cette adhérence étoit l'effet de la fusion d'une couche
« déliée de fer qui les recouvroit, et que la substance métallique
« intérieure n'y avoit aucune part et ne contenoit point de fer. »
Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de nous arrêter ici pour faire sentir le foible de ce raisonnement et le faux de la conséquence qu'en tire M. Bowles. Cependant il insiste; et, se munissant de l'autorité des chimistes qui ont regardé la platine comme un nouveau métal simple et parfait, il argumente assez longuement contre moi. « Si la platine, dit-il, étoit un composé d'or et
« de fer, comme le dit M. de Buffon, elle devroit conserver toutes
« les propriétés qui résultent de cette composition, et cependant
« une foule d'expériences prouvent le contraire. » Cet habile naturaliste n'a pas fait attention que j'ai dit expressément que le fer et l'or de la platine n'étoient pas dans leur état ordinaire, comme dans un alliage artificiel; et s'il eût considéré sans préjugé ses propres expériences, il eût reconnu que toutes prouvent la présence et l'union intime du sablon ferrugineux et magnétique avec la platine, et qu'aucune ne peut démontrer le contraire. Au reste, comme les expériences de M. Bowles sont presque toutes les mêmes que celles des autres chimistes, et que je les ai exposées et discutées ci-devant, je ne le suivrai plus loin que pour observer que, malgré ses objections contre mon opinion, il avoue néanmoins
« que quoiqu'il soit persuadé que la platine est un métal *sui ge-*
« *neris*, et non pas un simple mélange d'or et de fer, il n'ose,
« malgré cela, prononcer affirmativement ni l'un ni l'autre, et
« que, quoique la platine ait des propriétés différentes de celles
« de tous les autres métaux connus, il sait trop combien nous
« sommes éloignés de connoître sa véritable nature. »

Au reste, M. Bowles termine ce chapitre sur la platine par quelques observations intéressantes. « La platine, dit-il, que je
« dois au célèbre don Antonio de Ulloa, est une matière qui se
« rencontre dans des mines qui contiennent de l'or; elle est unie
« si étroitement avec ce métal, qu'elle lui sert comme de matrice,
« et que ce n'est qu'avec beaucoup d'efforts et à grands coups
« qu'on parvient à les séparer; en sorte que si la platine abonde
« à un certain point dans une mine, on est forcé de l'abandon-
« ner, parce que les frais et les travaux nécessaires pour faire la
« séparation des deux métaux absorberoient le profit.

« Les seules mines d'où l'on tire la platine sont celles de la nou-
« velle Grenade; et en particulier celles de Choco et de Barbacoa
« sont les plus riches. *Il est remarquable que cette matière ne se*
« *trouve dans aucune autre mine, soit du Pérou, soit du Chili, soit*
« *du Mexique*. Au reste, la platine se trouve dans les susdites
« mines, *non-seulement en masse*, mais aussi en grains séparés
« comme des grains de sable. Enfin il faut être réservé à tirer des
« conséquences trop générales des expériences qu'on auroit faites
« sur une pareille quantité de platine *tirée d'un seul endroit de la*
« *mine*; expériences qui pourroient être démenties par d'autres
« expériences faites sur celle d'un autre endroit des mêmes mines...
« Remarquant, continue M. Bowles, que la platine contenoit
« du fer, et que le cobalt en contient aussi, qu'on trouve beau-
« coup de grains d'or de couleur de suie mêlés avec la platine, que
« cette espèce nouvelle de sable métallique est unique dans le
« monde, qu'elle se trouve en abondance dans une montagne aux
« environs d'une mine d'or, et qu'il y a beaucoup de volcans dans
« ce pays, je me suis persuadé que la montagne renferme du co-
« balt, comme celle de la vallée de Gistan, dans les Pyrénées d'A-
« ragon; que le feu d'un volcan aura fait évaporer l'arsenic et
« aura formé quelque chose de semblable au régule de cobalt; que
« ce régule se fond et se mêle avec l'or, quoiqu'il contienne du
« fer, et que le feu appliqué pendant un grand nombre de siècles,
« privant la matière de sa fusibilité, aura formé ce sable métal-
« lique;.... que les grains d'or de forme irrégulière et de couleur
« de suie sont aussi l'effet du feu d'un volcan lorsqu'il s'éteint;
« que les grains de platine qui contractent adhérence à cause de
« la couche légère de fer étendue à leur surface, sont le résultat
« de la décomposition du fer dans le grand nombre de siècles qui
« se sont écoulés depuis que le volcan s'est éteint, et que ceux
« qui n'ont point cette couche ferrugineuse n'ont pas eu assez de
« temps depuis l'extinction du volcan pour l'acquérir. Cela pa-
« roîtra un songe à plusieurs; mais je suis le grand argument de
« M. de Buffon. » M. Bowles a raison de dire qu'il suit mon grand argument : cet argument consiste en effet en ce que la platine n'est point, comme les métaux, un produit primitif de la Nature, mais une simple production accidentelle qui ne se trouve qu'en deux endroits dans le monde entier; que cet accident, comme je l'ai dit, a été produit par le feu des volcans, et seulement sur des mines d'or mêlées de fer, tous deux dénaturés par l'action continuée d'un feu très-violent; qu'à ce mélange de fer et d'or il se sera joint quelques vapeurs arsenicales qui auront fait perdre à l'or sa

ductilité, et que de ces combinaisons très-naturelles et cependant accidentelles, aura résulté la formation de la platine. Ces dernières observations de M. Bowles, loin d'infirmer mon opinion, semblent au contraire la confirmer pleinement : car elles indiquent dans la platine non-seulement le mélange du fer, mais la présence de l'arsenic; elles annoncent que la platine d'un endroit n'est pas de même qualité que celle d'un autre endroit; elles prouvent qu'elle se trouve en masse dans deux seules mines d'or, ou en grains et grenailles dans des montagnes toutes composées du sablon ferrugineux, et toujours près des mines d'or et dans des contrées volcanisées. La vérité de mon opinion me paroît donc plus démontrée que jamais, et je suis convaincu que plus on fera de recherches sur l'histoire naturelle de la platine, et d'expériences sur sa substance, plus on reconnoîtra qu'elle n'est point un métal simple ni d'une essence pure, mais un alliage de fer et d'or dénaturés, tant par la violence et la continuité d'un feu volcanique que par le mélange des vapeurs sulfureuses et arsenicales, qui auront ôté à ces métaux la couleur et leur ductilité.

DU COBALT.

De tous les minéraux métalliques, le cobalt est peut-être celui dont la nature est la plus masquée, les caractères les plus ambigus, et l'essence la moins pure. Les mines de cobalt, très-différentes entre elles, n'offrent d'abord aucun caractère commun, et ce n'est qu'en les travaillant au feu qu'on peut les reconnoître par un effet très-remarquable, unique, et qui consiste à donner aux émaux une belle couleur bleue. Ce n'est aussi que pour obtenir ce beau bleu que l'on recherche le cobalt; il n'a aucune autre propriété dont on puisse faire un usage utile, si ce n'est peut-être en l'alliant avec d'autres minéraux métalliques [1]. Ses mines sont assez rares et toujours chargées d'une grande quantité de matières étrangères; la plupart contiennent plus d'arsenic que de cobalt; et dans toutes le fer est si intimement lié au cobalt, qu'on ne peut l'en séparer. Le bismuth se trouve aussi assez souvent interposé

[1] M. Baumé dit, dans sa *Chimie expérimentale*, avoir fait entrer le cobalt dans un alliage pour des robinets de fontaine; que cet alliage pouvoit se mouler parfaitement, et n'étoit sujet à aucune espèce de rouille.



dans la substance de ces mines; on y a reconnu de l'or, de l'argent, du cuivre; et quelquefois toutes ces matières et d'autres encore s'y trouvent mêlées ensemble, sans compter les pyrites qui sont aussi souvent intimement unies à la substance du cobalt. Le nombre de ces variétés est donc si grand, non-seulement dans les différentes mines de cobalt, mais aussi dans une seule et même mine, que les nomenclateurs en minéralogie ont cru devoir en faire plusieurs espèces, et même en séparer absolument un autre minéral qui n'étoit pas connu avant le travail des mines de cobalt; il ont donné le nom de *nickel*[1] à cette substance, qui diffère en effet du cobalt, quoiqu'elle ne se trouve qu'avec lui. Tous deux peuvent se réduire en un régule dont les propriétés sont assez différentes pour qu'on puisse les regarder comme deux différentes sortes de minéraux métalliques.

Le régule de cobalt n'affecte guère de figure régulière[2], et n'a pas de forme déterminée : ce régule est très-pesant, d'une couleur grise assez brillante, d'un tissu serré, d'une substance compacte et d'un grain fin; sa surface prend en peu de temps, par l'impression de l'air, une teinte rosacée ou couleur de fleurs de pêcher; il est assez dur, et n'est point du tout ductile : sa densité est néanmoins plus grande que celle de l'étain, du fer et du cuivre; elle est à très-peu près égale à la densité de l'acier[3]. Ce régule du cobalt et celui du nickel sont, après le bismuth. les plus pesantes des matières auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux*; et l'on auroit certainement mis le bismuth, le cobalt et le nickel, au rang des métaux, s'ils avoient eu de la ductilité : ce n'est qu'à cause de sa très-grande densité que l'on a placé le mercure avec les métaux, et parce qu'on a en même temps supposé que sa fluidité pouvoit être considérée comme l'extrême de la ductilité.

Les minières de cobalt s'annoncent par des efflorescences à la surface du terrain; ces efflorescences sont ordinairement rougeâtres, et assez souvent disposées en étoiles ou en rayons divergens qui quelquefois se croisent. Nous donnerons ici l'indication du petit nombre de ces mines que nos observateurs ont reconnues en

---

[1] Cronstedt a donné le nom de *nickel* à cette substance, parce qu'elle se trouve dans les mines de cobalt, que les Allemands nomment *kupfer-nickel*. M. Bergman observe que quoiqu'on trouve fréquemment du cobalt natif, il est toujours uni au fer, à l'arsenic et au nickel.

[2] M. l'abbé Monges assure néanmoins avoir obtenu un régule de cobalt en cristaux composés de faisceaux réguliers.

[3] La pesanteur spécifique du régule de cobalt est de 78119 ; celle du régule de nickel, de 78070 ; et la pesanteur spécifique de l'acier écroui et trempé est de 78180 ; celle du fer forgé n'est que de 77880.

France et dans les Pyrénées aux confins de l'Espagne : mais c'est dans la Saxe et dans quelques autres provinces de l'Allemagne qu'on a commencé à travailler et que l'on travaille encore avec succès et profit les mines de cobalt; et ce sont les minéralogistes allemands qui nous ont donné le plus de lumières sur les propriétés de ce minéral et sur la manière dont on doit le traiter.

Le premier et le plus sûr des indices extérieurs qui peuvent annoncer une mine prochaine de cobalt, est donc une efflorescence minérale, couleur de rose, de structure radiée, à laquelle on a donné le nom de *fleurs de cobalt;* quelquefois cette matière n'est point en forme de fleurs rouges, mais en poudre et d'une couleur plus pâle. Mais le signe le plus certain et par lequel on pourra reconnoître le véritable cobalt, est la terre bleue qui l'accompagne quelquefois; et au défaut de cet indice, ce sera la couleur bleue qu'il donne lorsqu'il est réduit en verre; car si la mine qui paroît être de cobalt se convertit en verre noir, ce ne sera que de la pyrite; si le verre est d'une couleur rousse, ce sera de la mine de cuivre, au lieu que la mine de cobalt donnera toujours un verre bleu de saphir : c'est probablement par cette ressemblance à la couleur du saphir, qu'on a donné à ce verre bleu de cobalt le nom de *saphre* ou *safre*. Au reste, on a aussi appelé *safre* la chaux de cobalt qui est en poudre rougeâtre et qui ne provient que de la calcination de la mine de cobalt; le safre qui est dans le commerce est toujours mêlé de sable quartzeux qu'on ajoute en fraude pour en augmenter la quantité, et ce safre ou chaux rougeâtre de cobalt donne aussi par la fusion le même bleu que le verre de cobalt, et c'est à ce verre bleu de safre que l'on donne le nom de *smalt*.

Pour obtenir ce verre avec sa belle couleur, on fait griller la mine de cobalt dans un fourneau où la flamme est réverbérée sur la matière minérale réduite en poudre, ou du moins concassée : ce fourneau doit être surmonté de cheminées tortueuses dans lesquelles les vapeurs qui s'élèvent puissent être retenues en s'attachant à leurs parois ; ces vapeurs s'y condensent en effet, et s'y accumulent en grande quantité sous la forme d'une poudre blanchâtre, que l'on détache en la raclant : cette poudre est de l'arsenic, dont les mines de cobalt sont toujours mêlées; elles en fournissent en si grande quantité par la simple torréfaction, que tout l'arsenic blanc qui est dans le commerce vient des fourneaux où l'on grille des mines de cobalt, et c'est le premier produit qu'on en tire.

La matière calcinée qui reste dans le fourneau après l'entière

sublimation des vapeurs arsenicales, est une chaux trop réfractaire pour être fondue seule; il faut y ajouter du sable vitrescible, ou du quarz, qu'on aura fait auparavant torréfier pour les pulvériser; sur une partie de chaux de cobalt, on met ordinairement deux ou trois parties de cette poudre vitreuse, à laquelle on ajoute une partie de salin pour accélérer la fusion; ce mélange se met dans de grands creusets placés dans le fourneau, et, pendant les dix ou douze heures de feu qui sont nécessaires pour la vitrification, on remue souvent la matière pour en rendre le mélange plus égal et plus intime; et lorsqu'elle est entièrement et parfaitement fondue, on la prend tout ardente et liquide avec des cuillers de fer, et on la jette dans un cuvier plein d'eau, où se refroidissant subitement elle n'acquiert pas autant de dureté qu'à l'air, et devient plus aisée à pulvériser : elle forme néanmoins des masses solides qu'il faut broyer sous les pilons d'un bocard, et faire ensuite passer sous une meule pour la réduire enfin en poudre très-fine et bien lavée, qui est alors du plus beau bleu d'asur, et toute préparée pour entrer dans les émaux.

Comme les mines de cobalt sont fort mélangées et très-différentes les unes des autres, et que même l'on donne vulgairement le nom de *cobalt* à toute mine mêlée de matières nuisibles[1], et surtout d'arsenic, on est forcé de les essayer pour les reconnoître, et s'assurer si elles contiennent en effet le vrai cobalt qui donne au verre le beau bleu. Il faut dans ces essais rendre les scories fort fluides et très-nettes, pour juger de l'intensité de la couleur bleue que fournit la mine convertie d'abord en chaux et ensuite en verre; on doit donc commencer par la griller et calciner, pour la mettre dans l'état de chaux. Il se trouve, à la vérité, quelques morceaux de minerai où le cobalt est assez pur pour n'avoir pas besoin d'être grillé, et qui donnent leur bleu sans cette préparation; mais ces morceaux sont très-rares, et communément le minerai de cobalt se trouve mêlé d'une plus ou moins grande quantité d'arsenic qu'il faut enlever par la sublimation. Cette opération, quoique très-simple, demande cependant quelques attentions; car il arrive assez souvent que, par un feu de grillage trop fort, le minerai de cobalt perd quelques nuances de sa belle cou-

[1] La langue allemande a même attaché au mot de *cobalt* ou *cobolt* l'idée d'un esprit souterrain, malfaisant et malin, qui se plaît à effrayer et à tourmenter les mineurs; et comme le minerai de cobalt, à raison de l'arsenic qu'il contient, ronge les pieds et les mains des ouvriers qui le travaillent, on a appelé en général *cobalto* les mines dont l'arsenic fait la partie dominante. (*Mémoire sur le cobalt, par M. Saur,* dans ceux des *Savans étrangers*, tome I.)

leur bleue; et de même il arrive que ce minerai ne peut acquérir cette couleur, s'il n'a pas été assez grillé pour l'exalter, et ce point précis est difficile à saisir. Les unes de ces mines exigent beaucoup plus de temps et de feu que les autres : ce ne peut donc être que par des essais réitérés et faits avec soin, que l'on peut s'assurer à peu près de la manière dont on doit traiter en grand telle ou telle mine particulière.

Dans quelques-unes on trouve une assez forte quantité d'argent, et même d'or, pour mériter un travail particulier, par lequel on en extrait ces métaux. Il faut pour cela ne calciner d'abord la mine de cobalt qu'à un feu modéré; s'il étoit violent, l'arsenic qui s'en dégageroit brusquement emporteroit avec lui une partie de l'argent et de l'or, lequel ne s'y trouve qu'allié avec l'argent.

Mais ces mines de cobalt qui contiennent une assez grande quantité de cet argent mêlé d'or pour mériter d'être ainsi travaillées, sont très-rares en comparaison de celles qui ne sont mêlées que d'arsenic, de fer et de bismuth; et avant de faire des essais qui ne laissent pas d'être coûteux, il faut tâcher de reconnoître les vraies mines de cobalt, et de les distinguer de celles qui ne sont que des minerais d'arsenic, de fer, etc.; et si l'on ne peut s'en fier à cette connoissance d'inspection, il ne faut faire que des essais en petit, sur lesquels néanmoins on ne peut pas absolument compter; car, dans la même mine de cobalt, certaines parties du minéral sont souvent très-différentes les unes des autres, et ne contiennent quelquefois qu'une si petite quantité de cobalt, qu'on ne peut en faire usage [1].

La substance du cobalt est plus fixe au feu que celle des demi-métaux, même que celle du fer et des autres métaux imparfaits : aussi vient-on à bout de les séparer du cobalt en les sublimant et en les volatilisant par des feux de grillage réitérés. La fixité de cette substance approche de la fixité de l'or et de l'argent; car le régule de cobalt n'entre pas dans les pores de la coupelle, en sorte que si l'on expose à l'action du feu sur une coupelle un mélange de plomb et de cobalt, le plomb seul pénètre les pores de la coupelle en se vitrifiant, tandis que le cobalt réduit en scories reste sur la coupelle, ou est rejeté sur ses bords : ces scories de cobalt étant ensuite fondues avec des matières vitreuses, donnent le bleu qu'on nomme *safre;* et lorsqu'on les mêle à parties égales avec

---

[1] Une manière courte d'éprouver si une mine de cobalt fournira de beau bleu, c'est de la fondre dans un creuset avec deux ou trois fois son poids de borax, qui deviendra d'un beau bleu si le cobalt est de bonne qualité. Voyez l'*Encyclopédie*, article *Cobalt*.

l'alcali et le sable vitrescible, elles donnent l'émail bleu qu'on appelle *smalt*.

Le régule de cobalt peut s'allier avec la plupart des substances métalliques; il s'unit intimement avec l'or et le cuivre, qu'il rend aigres et cassans : on ne l'allie que difficilement avec l'argent, le plomb, et même avec l'arsenic, quoique ce sel métallique se trouve toujours mêlé par sa nature dans la mine de cobalt. Il en est de même du bismuth, qui se refuse à toute union avec le régule de cobalt; et quoiqu'on trouve souvent le bismuth mêlé dans les mines de cobalt, il ne lui est point uni d'une manière intime, mais simplement interposé dans la mine de cobalt sans la pénétrer; et au contraire, lorsque le cobalt est une fois joint au soufre par l'intermède des alcalis, son union avec le bismuth est si intime, qu'on ne peut les séparer que par les acides, tandis qu'en même temps le cobalt ne contracte avec le soufre qu'une très-légère union, et qu'on peut toujours les séparer l'un de l'autre par un simple feu de torréfaction, qui enlève le soufre et le réduit en vapeurs.

Le mercure, qui mouille si bien l'or et l'argent, ne peut s'attacher au cobalt, ni s'y mêler par la trituration aidée même de la chaleur : ainsi la fixité du régule de cobalt, qui est presque égale à celle de ces métaux, n'influe point sur son attraction mutuelle avec le mercure.

Tous les acides minéraux attaquent ou dissolvent le cobalt à l'aide de la chaleur, et ils produisent ensemble différens sels, dont quelques-uns sont en cristaux transparens. L'alcali volatil dissout aussi la chaux du cobalt, et cette dissolution est d'un rouge pourpre : mais, en général, les couleurs, dans toutes les dissolutions du cobalt, varient non-seulement selon la différence des dissolvans, mais encore suivant le plus ou le moins de pureté du cobalt, qui n'est presque jamais exempt de minéraux étrangers, et surtout de fer et d'arsenic, dont on sait qu'il ne faut qu'une très-petite portion pour altérer ou même changer absolument la couleur de la dissolution.

En France, on a reconnu plusieurs indices de mines de cobalt, et on n'auroit pas dû négliger ces minières : par exemple, les mines d'argent d'Almont en Dauphiné contiennent beaucoup de mines de cobalt qu'on pourroit séparer de l'argent. M. de Grignon assure qu'on a jeté dans les décombres de ces mines peut-être plus de cobalt qu'il n'en faudroit pour fournir toute l'Europe de safre. Le cobalt se trouve mêlé de même avec la mine d'argent rouge à Sainte-Marie-aux-Mines en Lorraine, et il y en a aussi dans une mine de cuivre azuré au village d'Ossenback dans les Vosges : on

n'a fait aucun usage de ces mines de cobalt. M. de Gensanne dit à ce sujet que comme ce minéral devient rare, même en Allemagne, il seroit avantageux pour nous de mettre en valeur une mine considérable qui se trouve entre la Minera et Notre-Dame de Coral en Roussillon. Il y en a une autre très-abondante et de bonne qualité, que les Espagnols ont fait exploiter avec quelque succès : elle est située dans la vallée de Gistan. M. Bowles dit que cette mine n'a été découverte qu'au commencement de ce siècle, et qu'elle n'a encore été travaillée qu'à une petite profondeur; qu'on en a tiré annuellement cinq à six cents quintaux : il ajoute qu'en examinant cette mine de Gistan, il a reconnu différens morceaux d'un cobalt qui avoit le grain plus fin et la couleur d'un gris bleu plus clair que celui de Saxe; que la plupart de ces morceaux étoient contigus à une sorte d'ardoise dure et luisante avec des taches de couleur de rose sèche, et qu'il n'y avoit point de taches semblables sur les morceaux de cobalt.

C'est de la Saxe qu'on a jusqu'ici tiré la plus grande partie du safre qui se consomme en Europe, pour les émaux, pour la porcelaine, les faïences, et aussi pour peindre à froid, et relever par l'empois la blancheur des toiles. La principale mine est celle de Schneeberg; elle est très-abondante et peu profonde : on assure que le produit annuel de cette mine est fort considérable; il n'est pas permis d'exporter le cobalt en nature; et c'est après l'avoir réduit en safre, qu'on le vend à un prix d'autant plus haut, qu'il y a moins de concurrence dans le commerce de cette sorte de denrée, dont l'Allemagne a, pour ainsi dire, le privilége exclusif [1].

Cependant il se trouve des mines de cobalt en Angleterre, dans le comté de Sommerset. En Suède, la mine de Tannaberg est d'un cobalt blanc, qui, selon M. Demeste, rend par quintal trente-cinq livres de cobalt, deux livres de fer, cinquante livres d'arsenic, et huit livres de soufre.

Nous sommes aussi presque assurés que le cobalt se trouve en Asie, et sans doute dans toutes les parties du monde, comme les autres matières produites par la Nature; car le très-beau bleu des porcelaines du Japon et de la Chine démontre que très-anciennement on y a connu et travaillé ce minéral [2].

---

[1] On trouve beaucoup de cobalt en Misnie, en Bohème, dans la vallée de *Joachim-Stal;* il y en a dans le duché de Wirtemberg, dans le Hartz et dans plusieurs endroits de l'Allemagne.

[2] Quelques personnes prétendent que c'est par un mélange du lapis-lazuli que les Chinois donnent à leurs porcelaines la belle couleur bleue. M. de Bomare est dans cette opinion. Mais je ne la crois pas fondée; car le lapis, en se vitrifiant, ne conserve pas sa couleur.

Dans les morceaux de mine de cobalt que l'on rassemble dans les cabinets, il s'en trouve de toutes couleurs et de tout mélange, et l'on ne connoît aucun cobalt pur dans sa mine; il est souvent mêlé de bismuth, et toujours la mine contient du fer quelquefois mélangé de zinc, de cuivre, et même d'argent tenant or, et presque toujours encore la mine est combinée avec des pyrites et beaucoup d'arsenic. De toutes ces matières la plus difficile à séparer du cobalt est celle du fer : leur union est si intime, qu'on est obligé de volatiliser le fer en le faisant sublimer plusieurs fois par le sel ammoniac, qui l'enlève plus facilement que le cobalt; mais ce travail ne peut se faire en grand.

On voit des morceaux de minerai dans lesquels le cobalt est décomposé en une sorte de céruse ou de chaux. On trouve aussi quelquefois de l'argent pur en petits filets ou en poudre palpable dans la mine de cobalt : mais le plus souvent ce métal n'y est point apparent, et d'ailleurs n'y est qu'en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit. On connoît aussi une mine noire vitreuse de cobalt, dans laquelle ce minéral est en céruse ou en chaux, qui paroît être minéralisée par l'action du foie de soufre, dans lequel le cobalt se dissout aisément.

DU NICKEL.

Il se trouve assez souvent dans les mines de cobalt un minéral qui ne ressemble à aucun autre, et qui n'a été reconnu que dans ce dernier temps : c'est le nickel. M. Demeste dit « que quand le « cuivre et l'arsenic se trouvent joints au fer dans la mine de co« balt, il en résulte un minéral singulier, qui, dans sa fracture, « est d'un gris rougeâtre, et qui a, pour ainsi dire, son régule « propre, parce que dans ce régule le cobalt adhère tellement aux « substances métalliques étrangères dont il est mêlé, qu'on n'a pas « hésité d'en faire sous le nom de *nickel* un demi-métal particu« lier. » Mais cette définition du nickel n'est point exacte; car le cuivre n'entre pas comme partie essentielle dans sa composition, et même il ne s'y trouve que très-rarement. M. Bergman est de tous les chimistes celui qui a répandu le plus de lumières sur la nature de ce minéral, qu'il a soumis à des épreuves aussi variées que multipliées. Voici les principaux résultats de ses recherches et de ses expériences.

Hierne, dit-il, est le premier qui ait parlé du *kupfer-nickel*, dans un ouvrage sur les minéraux, publié en suédois en 1694.

Henckel l'a regardé comme une espèce de cobalt ou d'arsenic mêlé de cuivre. (*Pyritol.* chap. VII et VIII.)

Cramer a aussi placé le *kupfer-nickel* dans les mines de cuivre (*Docimast.* paragr. 371 et 418), et néanmoins on *n'en a jamais tiré un atome de cuivre*. Je dois cependant observer que M. Bergman dit ensuite que le nickel est quelquefois uni au cuivre.

Cronstedt est le premier qui en ait tiré un régule nouveau en 1751. (*Actes de Stockholm.*)

M. Sage le regarde comme du cobalt mêlé de fer, d'arsenic et de cuivre. (*Mémoires de chimie*, 1772.)

M. Monnet pense aussi que c'est du cobalt impur. (*Traité de la dissolution des métaux.*)

Le kupfer-nickel perd à la calcination près d'un tiers et quelquefois moitié de son poids, par la dissipation de l'arsenic et du soufre : ce minéral devient d'autant plus vert qu'il est plus riche. Si on le pulvérise et qu'on le pousse à la fusion dans un creuset avec trois parties de flux noir, on trouve sous les scories noirâtres et quelquefois bleues un culot métallique du poids du dixième, du cinquième, ou même près de moitié de la mine crue. Ce régule n'est pas pur ; il tient encore un peu de soufre et une plus grande quantité d'arsenic, de cobalt, et encore plus de fer magnétique.

L'arsenic adhère tellement à ce régule, que M. Bergman l'ayant successivement calciné et réduit cinq fois, il donnoit encore l'odeur d'ail à une sixième calcination, quand on y ajoutoit de la poussière de charbon pour favoriser l'évaporation de l'arsenic.

A chaque réduction, il passe un peu de fer dans les scories ; à la sixième, le régule avoit une demi-ductilité, et étoit toujours sensible à l'aimant.

Dans les différentes opérations faites par M. Bergman pour parvenir à purifier le nickel, soit par les calcinations, soit en le traitant avec le soufre, il a obtenu des régules dont la densité varioit depuis 70828 jusqu'à 88751 [1]. Ces régules étoient quelquefois très-cassans, quelquefois assez ductiles pour qu'un grain d'une ligne de diamètre formât une plaque de trois lignes sur l'enclume : ils étoient plus ou moins fusibles, et souvent aussi réfractaires que le fer forgé ; et tous étoient non-seulement attirables à l'aimant, mais

[1] La pesanteur spécifique du régule de nickel, suivant M. Brisson, est de 78070 ; ce qui est un terme moyen entre les pesanteurs spécifiques 70828 et 88751, données par M. Bergman.

même il a observé qu'un de ces régules attiroit toute sorte de fer, et que ses parties s'attiroient réciproquement : ce même régule donne par l'alcali volatil une dissolution de couleur bleue.

M. Bergman a aussi essayé de purifier le nickel par le foie de soufre, qui a une plus grande affinité avec le cobalt qu'avec le nickel, et il est parvenu à séparer ainsi la plus grande partie de ce dernier. Le régule de nickel obtenu après cette dissolution par le foie de soufre, ne conserve guère son magnétisme; mais on le lui rend en séparant les matières hétérogènes qui, dans cet état, couvrent le fer.

Il a de même traité le nickel avec le nitre, le sel ammoniac, l'alcali volatil; et par la dissolution dans l'acide nitreux, et la calcination par le nitre, il l'a privé de presque tout son cobalt : le sel ammoniac en a séparé un peu de fer; mais le nickel retient toujours une certaine quantité de ce métal; et M. Bergman avoue avoir épuisé tous les moyens de l'art, sans pouvoir le séparer entièrement du fer.

Le régule de nickel contient quelquefois du bismuth; mais on les sépare aisément en faisant dissoudre ce régule dans l'acide nitreux, et précipitant le bismuth par l'eau.

M. Bergman a encore observé que le nickel donne au verre la couleur d'hyacinthe; et il conclut de ses expériences :

1°. Qu'il est possible de séparer tout l'arsenic du nickel;

2°. Que quoiqu'il tienne quelquefois du cuivre, il est également facile de le purifier de ce mélange, et que quoiqu'il donne la couleur bleue avec l'alcali volatil, cette propriété ne prouve pas plus l'identité du cuivre et du nickel, que la couleur jaune des dissolutions d'or et de fer dans l'eau régale ne prouve l'identité de ces métaux;

3°. Que le cobalt n'est pas plus essentiel au nickel, puisqu'on parvient à l'en séparer, et même que le cobalt précipite le nickel de sa dissolution par le foie de soufre;

4°. Qu'il n'est pas possible de le priver de tout son fer, et que plus on multiplie les opérations pour l'en dépouiller, plus il devient magnétique et difficile à fondre; ce qui le porte à penser qu'il n'est, comme le cobalt et la manganèse, qu'une modification particulière du fer. Voici ses termes :

Solum itaque jam ferrum restat, et sanè variæ eædemque non exigui momenti rationes suadent niccolum et cobaltum et magnesiam forsan non aliter ac diversissimas ferri modificationes esse considerandas. On voit, par ce dernier passage, que ce grand chimiste a trouvé par l'analyse ce que j'avois présumé par les

analogies, et qu'en effet le cobalt, le nickel et la manganèse ne sont pas des demi-métaux purs, mais des alliages de différens minéraux mélangés, et si intimement unis au fer, qu'on ne peut les en séparer.

Le cobalt, le nickel et la manganèse, ne pouvant être dépouillés de leur fer, restent donc tous trois attirables à l'aimant : ainsi, de la même manière qu'après les six métaux il se présente une matière nouvellement découverte à laquelle on donne le nom de *platine*, et qui ne paroît être qu'un alliage d'or, ou d'une matière aussi pesante que l'or, avec le fer dans l'état magnétique, il se trouve de même après les trois substances demi-métalliques, de l'antimoine, du bismuth et du zinc, il se trouve, dis-je, trois substances minérales qui, comme la platine, sont toujours attirables à l'aimant, et qui dès-lors doivent être considérées comme des alliages naturels du fer avec d'autres minéraux; et il me semble que, par cette raison, il seroit à propos de séparer le cobalt [1], le nickel et la manganèse, des demi-métaux simples, comme la platine doit l'être des métaux purs, puisque ces quatre minéraux ne sont pas des substances simples, mais des composés ou alliages qui ne peuvent être mis au nombre des métaux ou des demi-métaux, dont l'essence, comme celle de toute autre matière pure, consiste dans l'unité de substance.

Le nickel peut s'unir avec tous les métaux et demi-métaux; cependant le régule non purifié ne s'allie point avec l'argent: mais le régule pur s'unit à parties égales avec ce métal, et n'altère ni sa couleur ni sa ductilité. Le nickel s'unit aisément avec l'or, plus difficilement avec le cuivre; et le composé qui résulte de ces alliages est moins ductile que ces métaux, parce qu'ils sont devenus aigres par le fer, qui, dans le nickel, est toujours attirable à l'aimant. Il s'allie facilement avec l'étain, et lui donne aussi de l'aigreur; il s'unit plus difficilement avec le plomb, et rend le zinc presque fragile. Le fer forgé devient au contraire plus ductile lorsqu'on l'allie avec le nickel : si on le fond avec le soufre, il se cristallise en aiguilles. Enfin le nickel ne s'amalgame pas plus que le cobalt et le fer avec le mercure, même par le secours de la chaleur et de la trituration.

Au reste, le minerai du nickel diffère de celui du cobalt, en ce qu'étant exposé à l'air, il se couvre d'une efflorescence verte, au

---

[1] M. Brandt, chimiste suédois, est le premier qui ait placé le cobalt au rang des demi-métaux; auparavant on ne le regardoit que comme une terre minérale plus ou moins friable.

lieu que celle du cobalt est d'un rouge rosacé. Le nickel se dissout dans tous les acides minéraux et végétaux; toutes ses dissolutions sont vertes, et il donne avec le vinaigre des cristaux d'un beau vert.

Le régule du nickel est un peu jaunâtre à l'extérieur; mais, dans l'intérieur, sa substance est d'un beau blanc : elle est composée de lames minces comme celles du bismuth. La dissolution de ce régule par l'acide nitreux ou par l'acide marin est verte comme les cristaux de son minerai, et ces deux acides sont les seuls qui puissent dissoudre ce régule; car l'acide vitriolique, non plus que les acides végétaux, n'ont aucune action sur lui.

Mais, comme nous l'avons dit, ce régule n'est pas un minéral pur; il est toujours mêlé de fer; et comme ses efflorescences sont vertes, et que les cristaux de sa dissolution conservent cette même couleur, on y a supposé du cuivre qu'on n'y a pas trouvé, tandis que le fer paroît être une substance toujours inhérente dans sa composition. Au reste, ce régule, lorsqu'il est pur, c'est-à-dire, purgé de toute autre matière étrangère, résiste au plus grand feu de calcination, et il prend seulement une couleur noire, sans se convertir en verre.

DE LA MANGANÈSE.

La manganèse est encore une matière minérale composée, et qui, comme le cobalt et le nickel, contient toujours du fer, mais qui de plus est mélangée avec une assez grande quantité de terre calcaire, et souvent avec un peu de cuivre [1]. C'est de la réunion de

[1] La manganèse... se trouve en diverses contrées de l'Allemagne, aussi bien qu'en Angleterre, dans le Piémont, et dans plusieurs autres endroits, tantôt dans des montagnes calcaires, tantôt dans des mines de fer. On s'en sert pour rendre le verre transparent et net, ainsi que pour composer le vernis des potiers, tant noir que rougeâtre.

Par différentes expériences, M. Margraff a reconnu que la manganèse du comté de Hohenstein près d'*Ilepa* contenoit une terre calcaire et un peu de cuivre....... Il tira aussi d'une manganèse du Piémont, au moyen de l'acide du vitriol, un sel rougeâtre, qui ayant été dissous dans l'eau, déposa sur une lame d'acier quelques particules de cuivre, quoiqu'en moindre quantité que la manganèse de Hohenstein. « On retire, continue M. Margraff, également du cuivre, tant de la man« ganèse d'Allemagne que de celle de Piémont, en la mêlant avec parties égales « de soufre pulvérisé, en calcinant ce mélange pendant quelques heures à un « feu doux, que l'on augmente ensuite en le lessivant et en le faisant cristalliser. »

ces substances que s'est formée dans le sein de la terre la manganèse, qui mérite encore moins que le nickel et le cobalt, d'être mise au rang des demi-métaux; car on seroit forcé dès-lors de regarder comme tels tous les mélanges métalliques ou alliages naturels, quand même ils seroient composés de trois, de quatre, ou d'un nombre encore plus grand de matières différentes, et il n'y auroit plus de ligne de séparation entre les minéraux métalliques simples et les minéraux composés. J'entends par minéraux simples ceux qui le sont par nature, ou qu'on peut rendre tels par l'art : les six métaux, les trois demi-métaux et le mercure, sont des minéraux métalliques simples; la platine, le cobalt, le nickel et la manganèse, sont des minéraux composés; et sans doute qu'en observant la Nature de plus près, on en trouvera d'autres peut-être encore plus mélangés, puisqu'il ne faut que le hasard des rencontres pour produire des mélanges et des unions en tout genre.

La manganèse étant en partie composée de fer et de matière calcaire, se trouve dans les mines de fer spathiques mêlées de substances calcaires, soit que ces mines se présentent en stalactites, en écailles, en masses grenues, ou en poudre : mais, indépendamment de ces mines de fer spathiques qui contiennent de la manganèse, on la trouve dans des minières particulières, où elle se présente ordinairement en chaux noire, et quelquefois en morceaux solides, et même cristallisés; souvent elle est mêlée avec d'autres pierres. Mais M. de la Peyrouse, qui a fait de très-bonnes observations sur ce minéral, remarque, avec raison, que toutes les fois qu'on verra une pierre légèrement teinte de violet, on peut présumer avec fondement qu'elle contient de la manganèse; il ajoute qu'il n'y a peut-être pas de mines de fer spathiques blanches, grises ou jaunâtres, qui n'en contiennent plus ou moins. « J'en ai, dit-il, constamment retiré de toutes celles que j'ai « essayées, une portion plus ou moins grande, selon l'état de la « mine; car plus les mines de fer approchent de la couleur brune, « moins il y a de manganèse, et celles qui sont noires n'en con- « tiennent point du tout. »

La manganèse paroît souvent cristallisée dans sa mine, à peu près comme la pierre calaminaire, et c'est ce qui a fait croire à quelques chimistes qu'elle contenoit du zinc : mais d'autres chimistes, et particulièrement M. Bergman, ont démontré par l'analyse qu'il n'entre point de zinc dans sa composition. D'ailleurs cette forme des cristallisations de la manganèse varie beaucoup : il y a des mines de manganèse cristallisées en aiguilles, qui res-

semblent par leur texture à certaines mines d'antimoine, et qui n'en diffèrent à l'œil que par leur couleur grise foncée et moins brillante que celle de l'antimoine; et ce qu'il y a de remarquable et de singulier dans la forme aiguillée de la manganèse, c'est qu'il semble que cette forme provient de sa propre substance, et non pas de celle du soufre; car la manganèse n'est point du tout mêlée d'antimoine, et elle n'exhale aucune odeur sulfureuse sur les charbons ardens. Au reste, le plus grand nombre des manganèses ne sont pas cristallisées; il s'en trouve beaucoup plus en masses dures et informes, que l'on a prises long-temps, et avec quelque fondement, pour des mines de fer. On doit aussi rapporter à la manganèse ce que plusieurs autres ont écrit de cette substance sous le nom d'*hématites noires*, *mamelonnées*, *veloutées*, etc.

On trouve des mines spathiques de fer, et par conséquent de la manganèse, dans plusieurs provinces de France, en Dauphiné, en Roussillon; d'autres à Baigorry et dans le comté de Foix. Il y en a aussi une mine très-abondante en Bourgogne, près de la ville de Mâcon : cette mine est même en pleine exploitation, et l'on en débite la manganèse pour les verreries et faïenceries. On trouve dans cette mine plusieurs sortes de manganèses; savoir, la manganèse en chaux noire, la manganèse en masses solides et noires, et la manganèse cristallisée en rayons divergens.

La mine de manganèse ne se réduit que difficilement en régule, parce qu'elle est très-difficile à fondre, et en même temps très-disposée à passer à l'état de verre. Ce régule est au moins aussi dur que le fer; sa surface est noirâtre, et dans l'intérieur il est d'un blanc brillant, qui bientôt se ternit à l'air; sa cassure présente des grains assez grossiers et irréguliers. En le pulvérisant, il devient sensiblement attirable à l'aimant : un premier degré de calcination le convertit en une chaux blanche, qui se noircit par une plus forte chaleur, et son volume augmente d'un cinquième environ. Si l'on met ce régule dans un vaisseau bien clos, il se convertit par l'action du feu en un verre jaune obscur, et le fer qu'il contient se sépare en partie, et forme un petit bouton ou globule métallique.

Le régule de manganèse se dissout par les trois acides minéraux, et ses dissolutions sont blanches : la chaux noire de manganèse se dissout dans l'alcali fixe du tartre, et lui communique sur-le-champ une belle couleur bleue.

Ce régule refuse de s'unir au soufre, et ne s'allie que très-difficilement avec le zinc; mais il se mêle avec tous les autres minéraux métalliques : lorsqu'on l'allie dans une certaine proportion

avec le cuivre, il lui ôte sa couleur rouge sans lui faire perdre sa ductilité. Au reste, ce régule contient toujours du fer, et il est, comme celui du nickel, celui du cobalt, et comme la platine, si intimement uni avec ce métal, qu'on ne peut jamais l'en séparer totalement. Ce sont des alliages faits par la Nature, que l'art ne peut détruire, et dont la substance, quoique composée, est aussi fixe que celle des métaux simples.

La manganèse est d'un grand usage dans les manufactures des glaces et des verres blancs : en la fondant avec le verre, elle lui donne une couleur violette, dont l'intensité est toujours proportionnelle à sa quantité, en sorte que l'on peut diminuer cette couleur violette jusqu'à la rendre presque inapercevable ; et en même temps la manganèse a la propriété de chasser les autres couleurs obscures du verre, et de le rendre plus blanc lorsqu'elle n'est employée qu'à la très-petite dose convenable à cet effet. C'est dans la fritte du verre qu'il faut mêler cette petite quantité de manganèse ; sa couleur violette, en s'évanouissant, fait disparoître les autres couleurs ; et il y a toute apparence que cette couleur violette, qu'on ne peut apercevoir lorsque la manganèse est en très-petite quantité, ne laisse pas d'exister dans la substance du verre qu'elle a blanchi ; car M. Macquer dit avoir vu un morceau de verre très-blanc, qui n'avoit besoin que d'être chauffé jusqu'à un certain point pour devenir d'un très-beau bleu violet[1]. Il faut également calciner toutes les manganèses, pour leur enlever les minéraux volatils qu'elles peuvent contenir : il faut les fondre souvent à plusieurs reprises avec du nitre purifié ; car ce sel a la propriété de développer et d'exalter la couleur violette de la manganèse. Après cette première préparation, il faut encore la faire refondre toujours avec un peu de nitre, en la mêlant avec la fritte du verre auquel on veut donner la belle couleur violette : il est néanmoins très-difficile d'obtenir cette couleur dans toute sa beauté, si l'on n'a pas appris par l'expérience la manière de conduire le feu de vitrification ; car cette couleur violette se change en brun, et même en noir, ou s'évanouit, lorsqu'on n'atteint pas ou que l'on passe le degré de feu convenable, et que l'usage seul peut apprendre à saisir.

---

[1] M. de la Peyrouse dit aussi qu'on peut faire disparoître et reparoître à la flamme d'une bougie la belle couleur violette que la manganèse donne au verre de borax.

DE L'ARSENIC.

Dans l'ordre des minéraux, c'est ici que finissent les substances métalliques; et que commencent les matières salines. La Nature nous présente d'abord deux métaux, l'or et l'argent, qu'on a nommés *parfaits*, parce que leurs substances sont pures, ou toutes deux alliées l'une avec l'autre, et que toutes deux sont également fixes, également inaltérables, indestructibles par l'action des élémens; ensuite elle nous offre quatre autres métaux, le cuivre, le fer, l'étain et le plomb, qu'on a eu raison de regarder comme métaux *imparfaits*, parce que leur substance ne résiste pas à l'action des élémens, qu'elle se brûle par le feu, et qu'elle s'altère et même se décompose par l'impression des acides et de l'eau. Après ces six métaux, tous plus ou moins durs et solides, on trouve tout à coup une matière fluide, le mercure, qui par sa densité et par quelques autres qualités paroît s'approcher de la nature des métaux parfaits, tandis que par sa volatilité et par sa liquidité il se rapproche encore plus de la nature de l'eau. Ensuite se présentent trois matières métalliques auxquelles on a donné le nom de *demi-métaux*, parce qu'à l'exception de la ductilité, ils ressemblent aux métaux imparfaits : ces demi-métaux sont l'antimoine, le bismuth et le zinc, auxquels on a voulu joindre le cobalt, le nickel et la manganèse; et de même que dans les métaux il y a des différences très-marquées entre les parfaits et les imparfaits, il se trouve aussi des différences très-sensibles entre les demi-métaux. Ce nom, ou plutôt cette dénomination, convient assez à ceux qui, comme l'antimoine, le bismuth et le zinc, ne sont point mixtes, ou peuvent être rendus purs par notre art : mais il me semble que ceux qui, comme le cobalt, le nickel et la manganèse, ne sont jamais purs, et sont toujours mêlés de fer ou d'autres substances différentes de la leur propre, ne doivent pas être mis au nombre des demi-métaux, si l'on veut que l'ordre des dénominations suive celui des qualités réelles; car, en appelant *demi-métaux* les matières qui ne sont que d'une seule substance, on doit imposer un autre nom à celles qui sont mêlées de plusieurs substances.

Dans cette suite de métaux, demi-métaux et autres matières métalliques, on ne voit que les degrés successifs que la Nature met dans toutes les classes de ses productions : mais l'arsenic, qui pa-

roît être la dernière nuance de cette classe des matières métalliques, forme en même temps un degré, une ligne de séparation qui remplit le grand intervalle entre les substances métalliques et les matières salines. Et de même qu'après les métaux on trouve la platine, qui n'est point un métal pur, et qui, par son magnétisme constant, paroît être un alliage de fer, et d'une matière aussi pesante que l'or, on trouve aussi après les demi-métaux le cobalt, le nickel et la manganèse, qui, étant toujours attirables à l'aimant, sont par conséquent alliés de fer uni à leur propre substance : l'on doit donc, en rigueur, les séparer tous trois des demi-métaux, comme on doit de même séparer la platine des métaux, puisque ce ne sont pas des substances pures, mais mixtes et toutes alliées de fer, quoiqu'elles donnent leur régule sans aucun mélange que celui des parties métalliques qu'elles recèlent; et quoique l'arsenic donne de même son régule, on doit encore le séparer de ces trois dernières matières, parce que son essence est autant saline que métallique.

En effet, l'arsenic, qui, dans le sein de la terre, se présente en masses pesantes et dures comme les autres substances métalliques, offre en même temps toutes les propriétés des matières salines; comme les sels, il se dissout dans l'eau; mêlé comme les salins avec les matières terreuses, il en facilite la vitrification; il s'unit, par le moyen du feu, avec les autres sels qui ne s'unissent pas plus que lui avec les métaux; comme les sels, il décrépite et se volatilise au feu, et jette de même des étincelles dans l'obscurité; il fuse aussi comme les sels, et coule en liquide épais sans brillant métallique : il a donc toutes les propriétés des sels; mais, d'autre part, son régule a les propriétés des matières métalliques.

L'arsenic, dans son état naturel, peut donc être considéré comme un sel métallique; et comme ce sel, par ses qualités, diffère des acides et des alcalis, il me semble qu'on doit compter trois sels simples dans la Nature, l'acide, l'alcali et l'arsenic, qui répondent aux trois idées que nous nous sommes formées de leurs effets, et qu'on peut désigner par les dénominations de *sel acide*, *sel caustique* et *corrosif;* et il me paroît encore que ce dernier sel, l'arsenic, a tout autant et peut-être plus d'influence que les deux autres sur les matières que la Nature travaille. L'examen que nous allons faire des autres propriétés de ce minéral métallique et salin, loin de faire tomber cette idée, la justifiera pleinement, et même la confirmera dans toute son étendue.

On ne doit donc pas regarder l'arsenic naturel comme un métal ou demi-métal, quoiqu'on le trouve communément dans les

mines métalliques, puisqu'il n'y existe qu'accidentellement et indépendamment des métaux ou demi-métaux avec lesquels il est mêlé : on ne doit pas regarder de même comme une chaux purement métallique l'arsenic blanc qui se sublime dans la fonte de différens minéraux, puisqu'il n'a pas les propriétés de ces chaux, et qu'il en offre de contraires; car cet arsenic qui s'est volatilisé reste constamment volatil, au lieu que les chaux des métaux et des demi-métaux sont toutes constamment fixes : de plus, cette chaux, ou plutôt cette fleur d'arsenic, est soluble dans tous les acides, et même dans l'eau pure comme les sels, tandis qu'aucune chaux métallique ne se dissout dans l'eau et n'est même guère attaquée par les acides. Cet arsenic, comme les sels, se dissout et se cristallise, au moyen de l'ébullition, en cristaux jaunes et transparens : il répand, lorsqu'on le chauffe, une très-forte odeur d'ail; mis sur la langue, sa saveur est très-âcre, il y fait une corrosion; et pris intérieurement, il donne la mort en corrodant l'estomac et les intestins. Toutes les chaux métalliques, au contraire, sont presque sans odeur et sans saveur. Cet arsenic blanc n'est donc pas une vraie chaux métallique, mais plutôt un sel particulier plus actif, plus âcre et plus corrosif que l'acide et l'alcali. Enfin cet arsenic est toujours très-fusible, au lieu que les chaux métalliques sont toutes plus difficiles à fondre que le métal même : elles ne contractent aucune union avec les matières terreuses, et l'arsenic, au contraire, s'y réunit au point de soutenir avec elles le feu de la vitrification; il entre, comme les autres sels, dans la composition des verres; il leur donne une blancheur qui se ternit bientôt à l'air, parce que l'humidité agit sur lui comme sur les autres sels. Toutes les chaux métalliques donnent au verre de la couleur; l'arsenic ne leur en donne aucune, et ressemble encore par cet effet aux salins qu'on mêle avec le verre. Ces seuls faits sont, ce me semble, plus que suffisans pour démontrer que cet arsenic blanc n'est point une chaux métallique, ni demi-métallique, mais un vrai sel dont la substance active est d'une nature particulière et différente de celle de l'acide et de l'alcali.

Cet arsenic blanc qui s'élève par sublimation dans la fonte des mines, n'étoit guère connu des anciens [1]; et nous ne devons pas nous féliciter de cette découverte, car elle a fait plus de mal que de bien : on auroit même dû proscrire la recherche, l'usage et le

---

[1] La seule indication précise que l'on ait sur l'arsenic, se trouve dans un passage d'Avicenne, qui vivoit dans le onzième siècle. M. Bergman cite ce passage par lequel il paroît qu'on ne connoissoit pas alors l'arsenic blanc sublimé.

commerce de cette matière funeste, dont les lâches scélérats n'ont que trop de facilité d'abuser. N'accusons pas la Nature de nous avoir préparé des poisons et des moyens de destruction : c'est à nous-mêmes, c'est à notre art ingénieux pour le mal, qu'on doit la poudre à canon, le sublimé corrosif, l'arsenic blanc tout aussi corrosif. Dans le sein de la terre, on trouve du soufre et du salpêtre; mais la Nature ne les avoit pas combinés, comme l'homme, pour en faire le plus grand, le plus puissant instrument de la mort : elle n'a pas sublimé l'acide marin avec le mercure pour en faire un poison; elle ne nous présente l'arsenic que dans un état où ses qualités funestes ne sont pas développées : elle a rejeté, recélé ces combinaisons nuisibles, en même temps qu'elle ne cesse de faire des rapprochemens utiles et des unions prolifiques; elle garantit, elle défend, elle conserve, elle renouvelle, et tend toujours beaucoup plus à la vie qu'à la mort.

L'arsenic, dans son état de nature, n'est donc pas un poison comme notre arsenic factice. Il s'en trouve de plusieurs sortes et de différentes formes, et de couleurs diverses dans les mines métalliques. Il s'en trouve aussi dans les terrains volcanisés sous une forme différente de toutes les autres, et qui provient de son union avec le soufre : on a donné à cet arsenic le nom d'*orpiment* lorsqu'il est jaune, et celui de *réalgar* quand il est rouge. Au reste, la plupart des mines d'arsenic noires et grises sont des mines de cobalt mêlées d'arsenic; cependant M. Bergman assure qu'il se trouve de l'arsenic vierge en Bohème, en Hongrie, en Saxe, etc., et que cet arsenic vierge contient toujours du fer. M. Monnet dit aussi qu'il s'en trouve en France, à Sainte-Marie-aux-Mines, et que cet arsenic vierge est une substance des plus pesantes et des plus dures que nous connoissions, qui ne se brise que difficilement, et qui présente dans sa fracture fraîche un grain brillant semblable à celui de l'acier; qu'il prend le poli et le brillant métallique du fer; que son éclat se ternit bien vite à l'air; qu'il se dissout dans les acides, etc. Si j'avois moins de confiance aux lumières de M. Monnet, je croirois, à cette description, que son arsenic vierge n'est qu'une espèce de marcassite ou pyrite arsenicale : mais ne les ayant pas comparés, je ne dois tout au plus que douter, d'autant que le savant M. de Morveau dit aussi « qu'on « trouve de l'arsenic vierge en masse informe, grenue, en écailles et « friable; de l'arsenic noir mêlé de bitume, de l'arsenic gris tes- « tacé, de l'arsenic blanc cristallisé en gros cubes. » Mais toutes ces formes pourroient être des décompositions d'arsenic ou des mélanges avec du cobalt et du fer. D'ailleurs la mine d'arsenic en

écailles, ni même le régule d'arsenic, qui doit être encore plus pur et plus dense que l'arsenic vierge, ne sont pas aussi pesans que le suppose M. Monnet; car la pesanteur spécifique de la mine écailleuse d'arsenic n'est que de 57249, et celle du régule d'arsenic de 57633, tandis que la pesanteur spécifique du régule de cobalt est de 78119, et celle de régule de nickel de 78070. Il est donc certain que l'arsenic vierge n'est pas, à beaucoup près, aussi pesant que ces régules de cobalt et de nickel.

Quoi qu'il en soit, l'arsenic se rencontre dans presque toutes les mines métalliques, et surtout dans les mines d'étain; c'est même ce qui a fait donner à l'arsenic, comme au soufre, le nom de *minéralisateur*. Or, si l'on veut avoir une idée nette de ce que signifie le mot de *minéralisation*, on ne peut l'interpréter que par celui de l'altération que certaines substances actives produisent sur les minéraux métalliques; la pyrite, ou, si l'on veut, le soufre minéral, agit comme un sel par l'acide qu'il contient; le foie de soufre agit encore plus généralement par son alcali; et l'arsenic, qui est un autre sel souvent uni avec la matière du feu dans la pyrite, agit avec une double puissance; et c'est de l'action de ces trois acides, alcalis et arsenicaux, que dépend l'altération ou minéralisation de toutes les substances métalliques, parce que tous les autres sels peuvent se réduire à ceux-ci.

L'arsenic a fait impression sur toutes les mines métalliques, dans lesquelles il s'est établi dès le temps de la première formation des sels, après la chute des eaux et des autres matières volatiles; il semble avoir altéré les métaux, à l'exception de l'or: il a produit avec le soufre pyriteux et le foie de soufre les mines d'argent rouges, blanches et vitreuses; il est entré dans la plupart des mines de cuivre, et il adhère très-fortement à ce métal; il a produit la cristallisation des mines d'étain et de celles de plomb qui se présentent en cristaux blancs et verts; enfin il se trouve uni au fer dans plusieurs pyrites, et particulièrement dans la pyrite blanche que les Allemands appellent *mispickel,* qui n'est qu'un composé de mine de fer et d'une grande quantité d'arsenic. Les mines d'antimoine, de bismuth, de zinc, et surtout celles de cobalt, contiennent aussi de l'arsenic; presque toutes les matières minérales en sont imprégnées; il y a même des terres qui sont sensiblement arsenicales : aucune matière n'est donc plus universellement répandue. La grande et constante volatilité de l'arsenic, jointe à la fluidité qu'il acquiert en se dissolvant dans l'eau, lui donne la faculté de se transporter en vapeurs et de se déposer partout, soit en liqueur, soit en masses concrètes; il s'attache à toutes les subs-

tances qu'il peut pénétrer, et les corrompt presque toutes par l'acide corrosif de son sel.

L'arsenic est donc l'une des substances les plus actives du règne minéral : les matières métalliques et terreuses ou pierreuses ne sont en elles-mêmes que des substances passives; les sels seuls ont des qualités actives, et le soufre doit être considéré comme un sel, puisqu'il contient de l'acide qui est l'un des premiers principes salins. Sous ce point de vue, les puissances actives sur les minéraux en général semblent être représentées par trois agens principaux, le soufre pyriteux, le foie de soufre et l'arsenic, c'est-à-dire, par les sels acides, alcalins et arsenicaux; et le foie de soufre qui contient l'alcali uni aux principes du soufre, agit par une double puissance, et altère non-seulement les substances métalliques, mais aussi les matières terreuses.

Mais quelle cause peut produire cette puissance des sels, quel élément peut les rendre actifs, si ce n'est celui du feu qui est fixé dans ces sels? car toute action qui, dans la Nature, ne tend qu'à rapprocher, à réunir les corps, dépend de la force générale de l'attraction, tandis que toute action contraire qui ne s'exerce que pour séparer, diviser et pénétrer les parties constituantes des corps, provient de cet élément, qui, par sa force expansive, agit toujours en sens contraire de la puissance attractive, et seul peut séparer ce qu'elle a réuni, résoudre ce qu'elle a combiné, liquéfier ce qu'elle a rendu solide, volatiliser ce qu'elle tenoit fixe, rompre, en un mot, tous les liens par lesquels l'attraction universelle tiendroit la Nature enchaînée et plus qu'engourdie, si l'élément de la chaleur et du feu qui pénètre jusque dans ses entrailles, n'y entretenoit le mouvement nécessaire à tout développement, toute production et toute génération.

Mais, pour ne parler ici que du règne minéral, le grand altérateur, le seul minéralisateur primitif est donc le feu; le soufre, le foie de soufre, l'arsenic et tous les sels ne sont que ses instrumens; toute minéralisation n'est qu'une altération par division, dissolution, volatilisation, précipitation, etc. Ainsi les minéraux ont pu être altérés de toutes manières, tant par le mélange des matières passives dont ils sont composés que par la combinaison de ces puissances animées par le feu, qui les ont plus ou moins travaillés, et quelquefois au point de les avoir presque dénaturés.

Mais pourquoi, me dira-t-on, cette minéralisation, qui, selon vous, n'est qu'une altération, se porte-t-elle plus généralement sur les matières métalliques que sur les matières terreuses? De quelle cause, en un mot, ferez-vous dépendre ce rapport si mar-

qué entre le minéralisateur et le métal? Je répondrai que, comme le feu primitif a exercé toute sa puissance sur les matières qu'il a vitrifiées, il les a dès-lors mises hors d'atteinte aux petites actions particulières que le feu peut exercer encore par le moyen des sels sur les matières qui ne se sont pas trouvées assez fixes pour subir la vitrification; que toutes les substances métalliques, sans même en excepter celle de l'or, étant susceptibles d'être sublimées par l'action du feu, elles se sont séparées de la masse des matières fixes qui se vitrifioient; que ces vapeurs métalliques, reléguées dans l'atmosphère tant qu'a duré l'excessive chaleur du globe, en sont ensuite descendues, et ont rempli les fentes du quarz et autres cavités de la roche vitreuse, et que par conséquent ces matières métalliques ayant évité par leur fuite et leur sublimation la plus grande action du feu, il n'est pas étonnant qu'elles ne puissent éprouver aucune altération par l'action secondaire de la petite portion particulière du feu contenue dans les sels; tandis que les substances calcaires n'ayant été produites que les dernières, et n'ayant pas subi l'action du feu primitif, sont, par cette raison, très-susceptibles d'altération par l'action de nos feux, et par le foie de soufre dans lequel la substance du feu est réunie avec l'alcali.

Mais c'est assez nous arrêter sur cet objet général de la minéralisation qui s'est présenté avec l'arsenic, parce que ce sel âcre et corrosif est l'un des plus puissans minéralisateurs par l'action qu'il exerce sur les métaux : non-seulement il les altère et les minéralise dans le sein de la terre, mais il en corrompt la substance; il s'insinue et se répand en poison destructeur dans les minéraux comme dans les corps organisés; allié avec l'or et l'argent en très-petite quantité, il leur enlève l'attribut essentiel à tout métal en leur ôtant toute ductilité, toute malléabilité; il produit le même effet sur le cuivre; il blanchit le fer plus que le cuivre, sans cependant le rendre aussi cassant; il donne de même beaucoup d'aigreur à l'étain et au plomb, et il ne fait qu'augmenter celle de tous les demi-métaux; il en divise donc encore les parties lorsqu'il n'a plus la puissance de les corroder ou détruire. Quelque épreuve qu'on lui fasse subir, en quelque état qu'on puisse le réduire, l'arsenic ne perd jamais ses qualités pernicieuses; en régule, en fleurs, en chaux, en verre, il est toujours poison; sa vapeur seule reçue dans les poumons suffit pour donner la mort; et l'on ne peut s'empêcher de gémir en voyant le nombre des victimes immolées, quoique volontairement, dans les travaux des mines qui contiennent de l'arsenic. Ces malheureux mineurs périssent presque tous au bout de quelques années, et les plus vigoureux

sont bientôt languissans : la vapeur, l'odeur seule de l'arsenic leur altère la poitrine, et cependant ils ne prennent pas, pour éviter ce mal, toutes les précautions nécessaires. D'abord il s'élève assez souvent des vapeurs arsenicales dans les souterrains des mines dès qu'on y fait du feu; et de plus, c'est en faisant, au marteau, des tranchées dans la roche du minéral pour le séparer et l'enlever en morceaux, qu'ils respirent cette poussière arsenicale qui les tue comme poison, et les incommode comme poussière; car nos tailleurs de pierre de grès sont très-souvent malades du poumon, quoique cette poussière de grès n'ait pas d'autres mauvaises qualités que sa très-grande ténuité : mais dans tous les usages, dans toutes les circonstances où l'appât du gain commande, on voit avec plus de peine que de surprise la santé des hommes comptée pour rien, et leur vie pour peu de chose.

L'arsenic, qui malheureusement se trouve si souvent et si abondamment dans la plupart des mines métalliques, y est presque toujours en sel cristallin ou en poudre blanche : il ne se trouve guère que dans les volcans agissans ou éteints sous la forme d'orpiment ou de réalgar; on assure néanmoins qu'il y en a dans les mines de Hongrie, à Kremnitz, à Newsol, etc. La substance de ces arsenics mêlés de soufre est disposée par lames minces ou feuillets; et par ce caractère, on peut toujours distinguer l'orpiment naturel de l'artificiel, dont le tissu est plus confus. Le réalgar est aussi disposé par feuillets, et ne diffère de l'orpiment jaune que par sa couleur rouge; il est encore plus rare que l'orpiment; et ces deux formes sous lesquelles se présente l'arsenic ne sont pas communes, parce qu'elles ne proviennent que de l'action du feu, et l'orpiment et le réalgar n'ont été formés que par celui des volcans ou par des incendies de forêts, au lieu que l'arsenic se trouve en grande quantité sous d'autres formes dans presque toutes les mines, et surtout dans celles de cobalt.

Pour recueillir l'arsenic, et en éviter en même temps les vapeurs funestes, on construit des cheminées inclinées et longues de vingt à trente toises au-dessus des fourneaux où l'on travaille la mine de cobalt; et l'on a observé que l'arsenic qui s'élève le plus haut est aussi le plus pur et le plus corrosif. Pour ramasser sans danger cette poudre pernicieuse, il faut se couvrir la bouche et le nez, et ne respirer l'air qu'à travers une toile; et comme cette poudre arsenicale se dissout dans les graisses et les huiles aussi bien que dans l'eau, et qu'une très-petite quantité suffit pour causer les plus funestes effets, la fabrication devroit en être défendue et le commerce proscrit.

Les chimistes, malgré le danger, n'ont pas laissé de soumettre cette poudre arsenicale à un grand nombre d'épreuves pour la purifier et la convertir en cristaux; ils la mettent dans des vaisseaux de fer exactement fermés, où elle se sublime de nouveau sur le feu.

Les vapeurs s'attachent au haut du vaisseau en cristaux blancs et transparens comme du verre; et lorsqu'ils veulent faire de l'arsenic jaune ou rouge semblable au réalgar et à l'orpiment, ils mêlent cette poudre d'arsenic avec une certaine quantité de soufre pour les sublimer ensemble; la matière sublimée devient jaune comme l'orpiment, ou rouge comme le réalgar, selon la plus ou moins grande quantité de soufre qu'on y aura mêlée. Enfin, si l'on fond de nouveau ce réalgar artificiel, il deviendra transparent et d'un rouge de rubis : le réalgar naturel n'est qu'à demi transparent; souvent même il est opaque, et ressemble beaucoup au cinabre. Ces arsenics jaunes et rouges sont, comme l'on voit, d'une formation bien postérieure à celle des mines arsenicales, puisque le soufre est entré dans leur composition, et qu'ils ont été sublimés ensemble par les feux souterrains. On assure qu'à la Chine l'orpiment et le réalgar se trouvent en si grandes masses, qu'on en a fait des vases et des pagodes : ce fait démontre l'existence présente ou passée des volcans dans cette partie de l'Asie.

Pour réduire l'arsenic en régule, on en mêle la poudre blanche sublimée avec du savon noir, et même avec de l'huile : on fait sécher cette pâte humide à petit feu dans un matras, et on augmente le degré de feu jusqu'à rougir le fond de ce vaisseau. M. Bergman donne la pesanteur spécifique de ce régule dans le rapport de 8310 à 1000; ce qui, à soixante-douze livres le pied cube d'eau, donne cinq cent quatre-vingt-dix-huit livres trente-quatre centièmes pour le poids d'un pied cube de régule d'arsenic. Ainsi la densité de ce régule est un peu plus grande que celle du fer, et à peu près égale à la densité de l'acier. Ce régule d'arsenic a, comme nous l'avons dit, plusieurs propriétés communes avec les demi-métaux; il ne s'unit point aux terres; il ne se dissout point dans l'eau; il s'allie aux métaux, sans leur ôter l'éclat métallique; et dans cet état de régule, l'arsenic est plutôt un demi-métal qu'un sel.

On a donné le nom de *verre d'arsenic* aux cristaux qui se forment par la poudre sublimée en vaisseaux clos : mais ces cristaux transparens ne sont pas du verre, puisqu'ils sont solubles dans l'eau; et ce qui le démontre encore, c'est que cette même poudre blanche d'arsenic prend cet état de prétendu verre par la voie humide et à la simple chaleur de l'eau bouillante.

Lorsqu'on veut purger les métaux de l'arsenic qu'ils contiennent, on commence par le volatiliser autant qu'il est possible ; mais comme il adhère quelquefois très-fortement au métal, et surtout au cuivre, et que par le feu de fusion on ne l'en dégage pas en entier, on ne vient à bout de le séparer de la matte que par l'intermède du fer, qui, ayant plus d'affinité que le cuivre avec l'arsenic, s'en saisit et en débarrasse le cuivre. On doit faire la même opération, et par le même moyen, en raffinant l'argent qui se tire des mines arsenicales.

DES CIMENS DE NATURE.

On a vu, par l'exposé des articles précédens, que toutes les matières solides du globe terrestre, produites d'abord par le feu primitif, ou formées ensuite par l'intermède de l'eau, peuvent être comprises dans quatre classes générales.

La première contient les verres primitifs et les matières qui en sont composées, telles que les porphyres, les granites et tous leurs détrimens, comme les grès, les argiles, schistes, ardoises, etc.

La seconde classe est celle des matières calcinables, et contient les craies, les marnes, les pierres calcaires, les albâtres, les marbres et les plâtres.

La troisième contient les métaux, les demi-métaux et les alliages métalliques formés par la Nature, ainsi que les pyrites et tous les minerais pyriteux.

Et la quatrième est celle des résidus et détrimens de toutes les substances végétales et animales, telles que le terreau, la terre végétale, le limon, les bols, les tourbes, les charbons de terre, les bitumes, etc.

A ces quatre grandes classes des matières dont le globe terrestre est presque entièrement composé, nous devons en ajouter une cinquième, qui contiendra les sels et toutes les matières salines.

Enfin nous pouvons encore faire une sixième classe des substances produites ou travaillées par le feu des volcans, telles que les basaltes, les laves, les pierres ponces, les pouzzolanes, les soufres, etc.

Toutes les matières dures et solides doivent leur première con-

sistance à la force générale et réciproque d'une attraction mutuelle qui en a réuni les parties constituantes; mais ces matières, pour la plupart, n'ont acquis leur entière dureté et leur pleine solidité que par l'interposition successive d'un ou de plusieurs cimens que j'appelle *cimens de nature*, parce qu'ils sont différens de nos cimens artificiels, tant par leur essence que par leurs effets. Presque tous nos cimens ne sont pas de la même nature que les matières qu'ils réunissent; la substance de la colle est très-différente de celle du bois, dont elle ne réunit que les surfaces; il en est de même du mastic qui joint le verre aux autres matières contiguës : ces cimens artificiels ne pénètrent que peu ou point du tout dans l'intérieur des matières qu'ils unissent; leur effet se borne à une simple adhésion aux surfaces. Les cimens de nature sont au contraire ou de la même essence, ou d'une essence analogue aux matières qu'ils unissent; ils pénètrent ces matières dans leur intérieur, et s'y trouvent toujours intimement unis; ils en augmentent la densité en même temps qu'ils établissent la continuité du volume : or il me semble que les six classes sous lesquelles nous venons de comprendre toutes les matières terrestres, ont chacune leur ciment propre et particulier, que la Nature emploie dans les opérations qui sont relatives aux différentes substances sur lesquelles elle opère.

Le premier de ces cimens de nature est le suc cristallin qui transsude et sort des grandes masses quarzeuses, pures ou mêlées de feld-spath, de schorl, de jaspe et de mica; il forme la substance de toutes les stalactites vitreuses, opaques ou transparentes. Le suc quarzeux, lorsqu'il est pur, produit le cristal de roche, les nouveaux quarz, l'émail du grès, etc.; celui du feld-spath produit les pierres chatoyantes; et nous verrons que le schorl, le mica et le jaspe ont aussi leurs stalactites propres et particulières. Ces stalactites des cinq verres primitifs se trouvent en plus ou moins grande quantité dans toutes les substances vitreuses de seconde et de troisième formation.

Le second ciment, tout aussi naturel et peut-être plus abondant à proportion que le premier, est le suc spathique qui pénètre, consolide et réunit toutes les parties des substances calcaires. Ces deux cimens vitreux et calcaire sont de la même essence que les matières sur lesquelles ils opèrent; ils en tirent aussi chacun leur origine, soit par l'infiltration de l'eau, soit par l'émanation des vapeurs qui s'élèvent de l'intérieur des grandes masses vitreuses ou calcaires : ces cimens ne sont, en un mot, que les particules de ces mêmes matières atténuées et enlevées par les va-

peurs qui s'élèvent du sein de la terre ou bien détachées et entraînées par une lente stillation des eaux ; et ces cimens s'insinuent dans tous les vides et jusque dans les pores des masses qu'ils remplissent.

Dans les cimens calcaires, je comprends le suc gypseux, plus foible et moins solide que le suc spathique, qui l'est aussi beaucoup moins que le ciment vitreux; mais ce suc gypseux est souvent plus abondant dans la pierre à plâtre que le spath ne l'est dans les pierres calcaires.

Le troisième ciment de nature est celui qui provient des matières métalliques, et c'est peut-être le plus fort de tous. Celui que fournit le fer est le plus universellement répandu, parce que la quantité du fer est bien plus grande que celle de tous les autres minéraux métalliques, et que le fer étant plus susceptible d'altération qu'aucun autre métal par l'humidité de l'air et par tous les sels de la terre, il se décompose très-aisément, et se combine avec la plupart des autres matières, dont il remplit les vides et réunit les parties constituantes. On connoît la ténacité et la solidité du ciment fait artificiellement avec la limaille de fer; ce ciment néanmoins ne réunit que les surfaces, et ne pénètre que peu ou point du tout dans l'intérieur des substances, dont il n'établit que la contiguité : mais lorsque le ciment ferrugineux est employé par la Nature, il augmente de beaucoup la densité et la dureté des matières qu'il pénètre ou réunit. Or cette matière ferrugineuse est entrée, soit en masses, soit en vapeurs, dans les jaspes, les porphyres, les granites, les grenats, les cristaux colorés, et dans toutes les pierres vitreuses, simples ou composées, qui présentent des teintes de rouge, de jaune, de brun, etc. On reconnoît aussi les indices de cette matière ferrugineuse dans plusieurs pierres calcaires, et surtout dans les marbres, les albâtres et les plâtres colorés. Ce ciment ferrugineux, comme les deux autres premiers cimens, a pu être porté de deux façons différentes : la première, par sublimation en vapeurs, et c'est ainsi qu'il est entré dans les jaspes, porphyres et autres matières primitives; la seconde, par l'infiltration des eaux dans les matières de formation postérieure, telles que les schistes, les ardoises, les marbres et les albâtres : l'eau aura détaché ces particules ferrugineuses des grandes roches de fer produites par le feu primitif dès le commencement de la consolidation du globe; elle les aura réduites en rouille, et aura transporté cette rouille ferrugineuse sur la surface entière du globe; dès-lors cette chaux de fer se sera mêlée avec les terres, les sables, et toutes les autres matières qui

ont été remuées et travaillées par les eaux. Nous avons ci-devant démontré que les premières mines de fer ont été formées par l'action du feu primitif, et que ce n'est que des débris de ces premières mines, ou de leurs détrimens décomposés par l'intermède de l'eau, que les mines de fer de seconde et de troisième formation ont été produites.

On doit réunir au ciment ferrugineux le ciment pyriteux, qui se trouve non-seulement dans les minerais métalliques, mais aussi dans la plupart des schistes et dans quelques pierres calcaires. Ce ciment pyriteux augmente la dureté des matières qui ne sont point exposées à l'humidité, et contribue au contraire à leur décomposition dès qu'elles sont humectées.

On peut aussi regarder le bitume comme un quatrième ciment de nature; il se trouve dans toutes les terres végétales, ainsi que dans les argiles et les schistes mêlés de terre limoneuse. Ces schistes limoneux contiennent quelquefois une si grande quantité de bitume, qu'ils en sont inflammables; et comme toutes les huiles et graisses végétales ou animales se convertissent en bitumes par le mélange de l'acide, on ne doit pas être étonné que cette substance bitumineuse se trouve dans les matières transportées et déposées par les eaux, telles que les argiles, les ardoises, les schistes, et même certaines pierres calcaires. Il n'y a que les substances vitreuses, produites par le feu primitif, dans lesquelles le bitume ne peut être mêlé, parce que la formation des matières brutes et vitreuses a précédé la production des substances organisées et calcaires.

Une autre sorte de ciment qu'on peut ajouter aux précédens, est produit par l'action des sels, ou par leur mélange avec les principes du soufre. Ce ciment salin et sulfureux existe dans la plupart des matières terreuses; on le reconnoît à la mauvaise odeur que ces matières répandent lorsqu'on les entame ou les frotte : il y en a même, comme la pierre de porc [1], qui ont une très-forte

---

[1] « Ce n'est qu'en Norwége et en Suède, dit Pontoppidan, que l'on trouve la « *pierre du cochon;* ainsi appelée, parce qu'elle guérit une certaine maladie du « cochon. Cette pierre, autrement nommée *lapis fœtidus,* rend une puanteur « affreuse quand on la frotte. Elle est brune, luisante, et paroît être une espèce « de vitrification dans la composition de laquelle il entre beaucoup de soufre. » (*Journal étranger,* mois de septembre 1755, page 213.)

Nous ne pouvons nous dispenser de relever ici la contradiction qui est entre ces mots, *vitrification qui contient du soufre*, puisque le soufre se seroit dissipé par la combustion long-temps avant que le feu se fût porté au degré nécessaire à la vitrification.

odeur de foie de soufre, et d'autres qui, dès qu'on les frotte, répandent l'odeur du bitume.

Enfin le sixième ciment de nature est encore moins simple que le cinquième, et souvent aussi il est de qualités très-différentes, selon les matières diverses sur lesquelles le feu des volcans a travaillé avec plus ou moins de force ou de continuité, et suivant que ces matières se sont trouvées plus ou moins pures ou mélangées de substances différentes. Ce ciment, dans les matières volcaniques, est souvent composé des autres cimens, et particulièrement du ciment ferrugineux; car tous les basaltes et presque toutes les laves des volcans contiennent une grande quantité de fer, puisqu'elles sont attirables à l'aimant; et plusieurs matières volcanisées contiennent des soufres et des sels.

Dans les matières vitreuses les plus simples, telles que le quarz de seconde formation et les grès, on ne trouve que le ciment cristallin et vitreux; mais dans les matières vitreuses composées, telles que les pophyres, granites et cailloux, il est souvent réuni avec les cimens ferrugineux ou pyriteux : de même, dans les matières calcaires simples et blanches, il n'y a que le ciment sphatique; mais dans celles qui sont composées et colorées, et surtout dans les marbres, on trouve ce ciment spathique souvent mêlé du ciment ferrugineux, et quelquefois du bitumineux. Les deux premiers cimens, c'est-à-dire, le vitreux et le spathique, dès qu'ils sont abondans, se manifestent par la cristallisation; le bitume même se cristallise lorsqu'il est pur, et les cimens ferrugineux ou pyriteux prennent aussi fort souvent une forme régulière. Les cimens sulfureux et salin se cristallisent non-seulement par l'intermède de l'eau, mais aussi par l'action du feu : néanmoins ils paroissent assez rarement sous cette forme cristallisée dans les matières qu'ils pénètrent; et en général tous ces cimens sont ordinairement dispersés et intimement mêlés dans la substance même des matières dont ils lient les parties; souvent on ne peut les reconnoître qu'à la couleur ou à l'odeur qu'ils donnent à ces mêmes matières.

Le suc cristallin paroît être ce qu'il y a de plus pur dans les matières vitreuses, comme le suc spathique est aussi ce qu'il y a de plus pur dans les substances calcaires. Le ciment ferrugineux pourroit bien être aussi l'extrait du fer le plus décomposé par l'eau, ou du fer sublimé par le feu; mais les cimens bitumineux, sulfureux et salin, ne peuvent guère être considérés que comme des colles ou *glutens,* qui réunissent par interposition les parties de toute matière, sans néanmoins en pénétrer la substance intime,

au lieu que les cimens cristallin, spathique et ferrugineux, ont donné la densité, la dureté et les couleurs à toutes les matières dans lesquelles ils se sont incorporés.

Le feu et l'eau peuvent également réduire toutes les matières à l'homogénéité; le feu en dévorant ce qu'elles ont d'impur, et l'eau en séparant ce qu'elles ont d'hétérogène, et les divisant jusqu'au dernier degré de ténuité. Tous les métaux, et le fer en particulier, se cristallisent par le moyen du feu plus aisément que par l'intermède de l'eau. Mais pour ne parler ici que des cristallisations opérées par ce dernier élément, parce qu'elles ont plus de rapport que les autres avec les cimens de nature, nous devons observer que les formes de cristallisation ne sont ni générales ni constantes, et qu'elles varient autant dans le genre calcaire que dans le genre vitreux; chaque contrée, chaque colline, et, pour ainsi dire, chaque banc de pierre, soit vitreuse ou calcaire, offre des cristallisations de formes différentes : or cette variété de forme dans les extraits, tant de la matière vitreuse que de la matière calcaire, démontre que ces extraits renferment quelques élémens différens entre eux, qui font varier leur forme de cristallisation; sans cela, tous les cristaux, soit vitreux, soit calcaires, auroient chacun une forme constante et déterminée, et ne différeroient que par le volume et non par la figure. C'est peut-être au mélange de quelque matière, telle que nos cimens de nature, qu'on doit attribuer toutes les variétés de figure qui se trouvent dans les cristallisations; car une petite quantité de matière étrangère qui se mêlera dans une stalactite au moment de sa formation, suffit pour en changer la couleur et en modifier la forme. Dès-lors on ne doit pas être étonné de trouver presque autant de différentes formes de cristallisation qu'il y a de pierres différentes.

La terre limoneuse produit aussi des cristallisations de formes différentes, et en assez grand nombre. Nous verrons que les pierres précieuses, les spaths pesans, et la plupart des pyrites, ne sont que des stalactites de la terre végétale réduite en limon, et cette terre est ordinairement mêlée de parties ferrugineuses qui donnent la couleur à ces matières.

Des différens mélanges et des combinaisons variées de la matière métallique avec les extraits des substances vitreuses, calcaires et limoneuses, il résulte non-seulement des formes différentes dans la cristallisation, mais des diversités de pesanteur spécifique, de dureté, de couleur et de transparence dans la substance des stalactites de ces trois sortes de matières.

Il faut que la matière vitreuse, calcaire ou limoneuse, soit ré-

duite à sa plus grande ténuité pour qu'elle puisse se cristalliser ; il faut aussi que le métal soit à ce même point de ténuité, et même réduit en vapeurs, et que le mélange en soit intime, pour donner la couleur aux substances cristallisées, sans en altérer la transparence : car pour peu que la substance vitreuse, calcaire ou limoneuse, soit impure et mêlée de parties grossières, ou que le métal ne soit pas assez dissous, il en résulte des stalactites opaques et des concrétions mixtes qui participent de la qualité de chacune de ces matières. Nous avons démontré la formation des stalactites opaques dans les pierres calcaires, et celle de la mine de fer en grains dans la terre limoneuse [1]; on peut reconnoître le même procédé de la Nature pour la formation des concrétions vitreuses, opaques ou demi-transparentes, qui ne diffèrent du cristal de roche que comme les stalactites calcaires opaques diffèrent du spath transparent, et nous trouverons tous les degrés intermédiaires entre la pleine opacité et la parfaite transparence dans tous les extraits et dans tous les produits des décompositions des matières terrestres, de quelque essence que puissent être les substances dont ces cristallisations ou concrétions tirent leur origine, et de quelque manière qu'elles aient été formées, soit par exsudation ou par stillation.

DES CRISTALLISATIONS.

Lorsque les matières vitreuses, calcaires et limoneuses, sont réduites à l'homogénéité par leur dissolution dans l'eau, les parties similaires se rapprochent par leur affinité, et forment un corps solide ordinairement transparent, lequel, en se solidifiant par le desséchement, ressemble plus ou moins au cristal ; et comme ces cristallisations prennent des formes anguleuses et quelquefois assez régulières, tous les minéralogistes ont cru qu'il étoit nécessaire de désigner ces formes différentes par des dénominations géométriques et des mesures précises ; ils en ont même fait le caractère spécifique de chacune de ces substances. Nous croyons que, pour juger de la justesse de ces dénominations, il est nécessaire de considérer d'abord les solides les plus simples, afin de se former ensuite une idée claire de ceux dont la figure est plus composée.

La manière la plus générale de concevoir la génération de toutes

[1] Voyez dans ce volume l'article de l'*albâtre* et celui de la *terre végétale*.

les formes différentes des solides, est de commencer par la figure plane la plus simple, qui est le triangle. En établissant donc une base triangulaire équilatérate, et trois triangles pareils sur les trois côtés de cette base, on formera un tétraèdre régulier dont les quatre faces triangulaires sont égales; et en allongeant et raccourcissant les trois triangles qui portent sur les trois côtés de cette base, on aura des tétraèdres aigus ou obtus, mais toujours à trois faces semblables sur une base ou quatrième face triangulaire équilatérale; et si l'on rend cette base triangulaire inégale par ses côtés, on aura tous les tétraèdres possibles, c'est-à-dire, tous les solides à quatre faces, réguliers et irréguliers.

En joignant ce tétraèdre base à base avec un autre tétraèdre semblable, on aura un hexaèdre à six faces triangulaires, et par conséquent tous les hexaèdres possibles à pointe triangulaire comme les tétraèdres.

Maintenant, si nous établissons un carré pour base, et que nous élevions sur chaque face un triangle, nous aurons un pentaèdre ou solide à cinq faces, en forme de pyramide, dont la base est carrée, et les quatre autres faces triangulaires: deux pentaèdres de cette espèce, joints base à base, forment un octaèdre régulier.

Si la base n'est pas un carré, mais un losange, et qu'on élève de même des triangles sur les quatre côtés de cette base en losange, on aura aussi un pentaèdre, mais dont les faces seront inclinées sur la base; et en joignant base à base ces deux pentaèdres, l'on aura un octaèdre à faces triangulaires et obliques relativement à la base.

Si la base est pentagone, et qu'on élève des triangles sur chacun des côtés de cette base, il en résultera une pyramide à cinq faces à base pentagone, ce qui fait un hexaèdre qui, joint base à base avec un pareil hexaèdre, produit un décaèdre régulier dont les dix faces sont triangulaires; et selon que ces triangles seront plus ou moins allongés ou raccourcis, et selon aussi que la base pentagone sera composée de côtés plus ou moins inégaux, les pentaèdres et décaèdres qui en résulteront seront plus ou moins réguliers.

Si l'on prend une base hexagone, et qu'on élève sur les côtés de cette base six triangles, on formera un heptaèdre ou solide à sept faces, dont la base sera un hexagone, et les six autres faces formeront une pyramide plus ou moins allongée ou accourcie, selon que les triangles seront plus ou moins aigus; et en joignant base à base ces deux heptaèdres, ils formeront un dodécaèdre ou solide à douze faces triangulaires.

En suivant ainsi toutes les figures polygones de sept, de huit, de neuf, etc. côtés, et en établissant, sur ces côtés de la base, des triangles, et les joignant ensuite base contre base, on aura des solides dont le nombre des faces sera toujours double de celui des triangles élevés sur cette base; et par ce progrès, on aura la suite entière de tous les solides possibles qui se terminent en pyramides simples ou doubles.

Maintenant, si nous élevons trois parallélogrammes sur les trois côtés de la base triangulaire, et que nous supposions une pareille face triangulaire au-dessus, nous aurons un pentaèdre composé de trois faces rectangulaires et de deux faces triangulaires.

Et de même, si sur les côtés d'une base carrée nous établissons des carrés au lieu de triangles, et que nous supposions une base carrée au-dessus égale et semblable à celle du dessous, l'on aura un cube ou hexaèdre à six faces carrées et égales; et si la base est en losange, on aura un hexaèdre rhomboïdal dont les quatre faces sont inclinées relativement à leurs bases.

Et si l'on joint plusieurs cubes ensemble, et de même plusieurs hexaèdres rhomboïdaux par leurs bases, on formera des hexaèdres plus ou moins allongés, dont les quatre faces latérales seront plus ou moins longues, et les faces supérieure et inférieure toujours égales.

De même, si l'on élève des carrés sur une base pentagone, et qu'on les couvre d'un pareil pentagone, on aura un heptaèdre dont les cinq faces latérales seront carrées, et les faces supérieure et inférieure pentagones; et si l'on allonge ou raccourcit les carrés, l'heptaèdre qui en résultera sera toujours composé de cinq faces rectangulaires plus ou moins hautes.

Sur une base hexagone, on fera de même un octaèdre, c'est-à-dire, un solide à huit faces, dont les faces supérieure et inférieure seront hexagones, et les six faces latérales seront des carrés ou des rectangles plus ou moins longs.

On peut continuer cette génération de solides par des carrés posés sur les côtés d'une base, d'un nombre quelconque de côtés, soit sur des polygones réguliers, soit sur des polygones irréguliers.

Et ces deux générations de solides, tant par des triangles que par des carrés posés sur des bases d'une figure quelconque, donneront les formes de tous les solides possibles, réguliers et irréguliers, à l'exception de ceux dont la superficie n'est pas composée de faces planes et rectilignes, tels que les solides sphériques, elliptiques, et autres, dont la surface est convexe ou concave au lieu d'être anguleuse ou à faces planes.

Or, pour composer tous ces solides anguleux, de quelque figure qu'ils puissent être, il ne faut qu'une agrégation de lames triangulaires, puisque avec des triangles on peut faire le carré, le pentagone, l'hexagone, et toutes les figures rectilignes possibles; et l'on doit supposer que ces lames triangulaires, premiers élémens du solide cristallisé, sont très-petites et presque infiniment minces. Les expériences nous démontrent que si l'on met sur l'eau des lames minces en forme d'aiguilles ou de triangles allongés, elles s'attirent et se joignent en faisant l'une contre l'autre des oscillations jusqu'à ce qu'elles se fixent et demeurent en repos au point du centre de gravité, qui est le même que le centre d'attraction, en sorte que le second triangle ne s'attachera pas à la base du premier, mais à un tiers de sa hauteur perpendiculaire, et ce point correspond à celui du centre de gravité; par conséquent, tous les solides possibles peuvent être produits par la simple agrégation des lames triangulaires, dirigées par la seule force de leur attraction mutuelle et respective dès qu'elles sont mises en liberté.

Comme ce mécanisme est le même et s'exécute par la même loi entre toutes les matières homogènes qui se trouvent en liberté dans un fluide, on ne doit pas être étonné de voir des matières très-différentes se cristalliser sous la même forme. On jugera de cette similitude de cristallisation dans des substances très-différentes par la table suivante [1], qu'on pourroit sans doute étendre encore plus

---

[1] *Table de la formation des cristallisations.*

1. *Tétraèdre régulier, et qui forme un solide qui n'a que quatre faces, toutes quatre triangulaires et équilatérales.*
   Spath calcaire.
   Marcassite.
   Mine d'argent grise.
2. *Tétradre irrégulier.*
   Spath calcaire.
   Marcassite.
   Mine d'argent grise.
3. *Tétraèdre dont les bords sont tronqués.*
   Marcassite.
   Mine d'argent grise.
4. *Tétraèdre dont les bords sont, de part et d'autre, en biseau.*
   Marcassite.
   Mine d'argent grise.
5. *Tétraèdre dont les bords et les angles sont tronqués.*
   Marcassite.
   Mine d'argent grise.
6. *Prisme dont la base est en losange, ou plutôt hexaèdre-rhomboïdal.*
   Spath calcaire.
   Feld-spath ou spath étincelant.
   Spath fusible.
   Grès cristallisé.
   Marcassite.
   Pyrite arsenicale.
   Galène.
7. *Solide pyramidal à deux pointes, composées de deux faces triangulaires isocèles; ce qui forme deux pyramides à six faces jointes base à base.*
   Cristal.
8. *Prisme à six faces rectangles et barlongues, terminées par deux pyramides à six faces.*
   Cristal de roche.
   Mine de plomb verte.
9. *Prisme à neuf pans inégaux, terminés par deux pyramides à trois faces inégales.*
   Schorl.
   Tourmaline.

loin, mais qui suffit pour démontrer que la forme de cristallisation ne dépend pas de l'essence de chaque matière, puisqu'on voit le spath calcaire, par exemple, se cristalliser sous la même forme que la marcassite, la mine d'argent grise, le feld-spath, le spath fusible, le grès, la pyrite arsenicale, la galène, et qu'on voit même le cristal de roche, dont la forme de cristallisation paroît être la moins commune et la plus constante, se cristalliser néanmoins sous la même forme que la mine de plomb verte.

La figure des cristaux, ou, si l'on veut, la forme de cristallisation, n'indique donc ni la densité, ni la dureté, ni la fusibilité, ni l'homogénéité, ni par conséquent aucune des propriétés essen-

---

10. *Prisme octaèdre, à pans inégaux, terminés par deux pyramides hexaèdres tronquées.*
    Topaze de Saxe.
11. *Cube ou hexaèdre régulier.*
    Spath fusible.
    Sel marin.
    Marcassite cubique.
    Galène tessulaire.
    Mine de fer cubique.
    Mine d'argent vitreuse.
    Mine d'argent cornée.
12. *Cube dont les angles sont un peu tronqués; ce qui fait un solide à quatorze faces, dont six octogones et huit triangulaires.*
    Spath fusible.
    Sel marin.
    Marcassite.
    Mine de fer.
    Galène.
    Blende.
    Mine d'argent vitreuse.
13. *Cube tronqué, dont les angles sont tronqués jusqu'à la moitié de la face, et qui a, comme le précédent, quatorze faces, dont six sont carrées et huit hexagones irréguliers, dans lesquels il y a trois longues faces et trois courtes.*
    Spath fusible violet.
    Marcassite.
    Galène.
    Mine de cobalt grise.
14. *Cube dont les angles sont totalement tronqués; ce qui fait un solide à quatorze faces, dont six carrées et huit triangulaires équilatéralles.*
    Spath fusible violet.
    Marcassite.
    Galène.
    Mine de cobalt grise.
15. *Cube tronqué à vingt-six faces, dont six octogones, huit hexagones, et douze rectangles.*
    Galène.
16. *Octaèdre régulier, ou double tétraèdre, dont les huit côtés sont égaux.*
    Diamant.
    Rubis spinelle.
    Marcassite.
    Fer octaèdre.
    Cuivre octaèdre.
    Galène octaèdre.
    Étain blanc.
    Argent.
    Or.
17. *Octaèdre à pyramides égales tronquées au sommet, et qui fait deux pyramides à quatre faces, jointes base à base et tronquées par leur sommet.*
    Topaze d'Orient.
    Spath fusible.
    Soufre natif.
    Marcassite.
    Galène tessulaire.
    Étain blanc.
18. *Octaèdre dont les angles et les bords sont tronqués, huit hexagones, six petits octogones, et douze rectangles.*
    Galène tessulaire.
19. *Octaèdre dont les six angles solides sont tronqués.*
    Spath fusible.
    Alun.
    Galène.
20. *Dodécaèdre dont les faces sont en losange.*
    Grenat.
21. *Pyramides doubles octaèdres, réunies par les bases tronquées, et terminées par quatre faces en losange.*
    Grenat.
22. *Solide à trente-six faces.*
    Grenat.

tielles de la substance des corps, dès que cette forme appartient également à des matières très-différentes et qui n'ont rien autre chose de commun. Ainsi c'est gratuitement et sans réflexion qu'on a voulu faire de la forme de cristallisation un caractère spécifique et distinctif de chaque substance, puisque ce caractère est commun à plusieurs matières, et que même, dans chaque substance particulière, cette forme n'est pas constante. Tout le travail des *cristallographes* ne servira qu'à démontrer qu'il n'y a que de la variété partout où ils supposent de l'uniformité : leurs observations multipliées auroient dû les en convaincre, et les rappeler à cette métaphysique si simple qui nous démontre que, dans la Nature, il n'y a rien d'absolu, rien de parfaitement régulier. C'est par abstraction que nous avons formé les figures géométriques et régulières, et par conséquent nous ne devons pas les appliquer comme des propriétés réelles aux productions de la Nature, dont l'essence peut être la même sous mille formes différentes.

Nous verrons dans la suite qu'à l'exception des pierres précieuses, qui sont en très-petit nombre, toutes les autres matières transparentes ne sont pas d'une seule et même essence, que leur substance n'est pas homogène, mais toujours composée de couches alternatives de différente densité, et que c'est par le plus ou le moins de force dans l'attraction de chacune de ces matières de différente densité que s'opère la cristallisation en angles plus ou moins obliques; en sorte qu'à commencer par le cristal de roche, les améthystes et les autres pierres vitreuses, jusqu'au spath appelé *cristal d'Islande*, et au gypse, toutes ces stalactites transparentes, vitreuses, calcaires et gypseuses, sont composées de couches alternatives de différente densité; ce qui, dans toutes ces pierres, produit le phénomène de la double réfraction, tandis que, dans le diamant et les pierres précieuses, dont toutes les couches sont d'une égale densité, il n'y a qu'une simple réfraction.

DES STALACTITES VITREUSES.

CHAQUE matière peut fournir son extrait, soit en vapeurs, soit par exsudation ou stillation; chaque masse solide peut donc produire des incrustations sur sa propre substance, ou des stalactites, qui d'abord sont attachées à sa surface et peuvent ensuite

s'en séparer : il doit par conséquent se former autant de stalactites différentes qu'il y a de substances diverses ; et comme nous avons divisé toutes les matières du globe en quatre grandes classes, nous suivrons la même division pour les extraits de ces matières, et nous présenterons d'abord les stalactites vitreuses, dont nous n'avons donné que de légères indications en traitant des verres primitifs et des substances produites par leur décomposition ; nous exposerons ensuite les stalactites calcaires, qui sont moins dures et moins nombreuses que celles des matières vitreuses, et desquelles nous avons donné quelques notions en parlant de l'albâtre ; nous offrirons en troisième ordre les stalactites de la terre limoneuse, dont les extraits nous paroissent tenir le premier rang dans la Nature par leur dureté, leur densité et leur homogénéité : après quoi nous rappellerons en abrégé ce que nous avons dit au sujet des stalactites métalliques, lesquelles ne sont pas des extraits du métal même, mais de ses détrimens ou de ses minerais, et qui sont toujours mélangées de parties vitreuses, calcaires ou limoneuses ; enfin nous jetterons un coup d'œil sur les produits des volcans et des matières volcanisées, telles que les laves, les basaltes, etc.

Mais, pour mettre de l'ordre dans les détails de ces divisions, et répandre plus de lumière sur chacun des objets qu'elles renferment, il faut considérer de nouveau et de plus près les propriétés des matières simples dont toutes les autres ne sont que des mélanges ou des compositions différemment combinées : par exemple, dans la classe des matières vitreuses, les cinq verres primitifs sont les substances les plus simples ; et comme chacun de ces verres peut fournir son extrait, il faut d'abord les comparer par leurs propriétés essentielles, qui ne peuvent manquer de se trouver dans leurs agrégats et même dans leurs extraits : ces mêmes propriétés nous serviront dès-lors à reconnoître la nature de ces extraits, et à les distinguer les uns des autres.

La première des propriétés essentielles de toute matière est, sans contredit, la densité ; et si nous en comparons les rapports, on verra qu'elle ne laisse pas d'être sensiblement différente dans chacun des cinq verres primitifs : car,

La pesanteur spécifique du quarz est d'environ 26500, relativement au poids supposé 10000 de l'eau distillée ;

La pesanteur spécifique des jaspes de couleur uniforme est d'environ 27000 ;

Celle du mica blanc est aussi d'environ 27000, et celle du mica noir est de 29000 ;

Celle du feld-spath blanc, qui est un peu plus pesant que le rouge, est de 26466;

Et enfin la pesanteur spécifique du schorl est la plus grande de toutes, car le schorl cristallisé pèse 33 ou 34000.

En comparant ces rapports, on voit que le quarz et le feld-spath ont à peu près la même densité, qu'ensuite les jaspes et les micas sont un peu plus denses et à peu près dans la même proportion relativement aux deux premiers, et que le schorl, qui est le dernier des cinq verres primitifs, est le plus pesant de tous; la différence est même si considérable, que le mélange d'une petite quantité de schorl avec les autres verres peut produire une assez forte augmentation de poids, qui doit se retrouver et se retrouve en effet dans les extraits ou stalactites des matières vitreuses mêlées de ce cinquième verre de nature.

La seconde propriété essentielle à la matière solide est la dureté : elle est à peu près la même dans le quarz, le feld-spath et le schorl; elle est un peu moindre dans le jaspe, et assez petite dans le mica, dont les parties n'ont que peu de cohésion, et dont les concrétions ou les agrégats sont, pour la plupart, assez tendres et quelquefois friables.

La troisième propriété, qu'on peut regarder comme essentielle à la substance de chacun des verres primitifs, est la plus ou moins grande fusibilité. Le schorl et le feld-spath sont très-fusibles; le mica et le jaspe ne le sont qu'aux feux les plus violens, et le quarz est le plus réfractaire de tous.

Enfin une quatrième propriété tout aussi essentielle que les trois premières, est l'homogénéité, qui se marque par la simple réfraction dans les corps transparens. Le quarz et le feld-spath sont plus simples que le jaspe et le mica, et le moins simple de tous est le schorl.

Ces propriétés, et surtout la densité plus ou moins grande, la fusibilité plus ou moins facile, et la simple ou double réfraction, doivent se conserver en tout ou en partie dans les agrégats simples et les extraits transparens, et même se retrouver dans les décompositions de toute matière primitive : aussi ces mêmes propriétés, tirées de la nature même de chaque substance, nous fourniront des moyens qu'on n'a pas employés jusqu'ici, pour reconnoître l'essence de leurs extraits, en comparant ces extraits avec les matières primitives qui les ont produits.

Les extraits qui transsudent des matières vitreuses sont plus ou moins purs, selon qu'elles sont elles-mêmes plus simples et plus homogènes; et en général ces extraits sont plus purs que la ma-

tière dont ils proviennent, parce qu'ils ne sont formés que de sa substance propre, dont ils nous présentent l'essence. Le spath n'est que de la pierre calcaire épurée ; le cristal de roche n'est proprement et essentiellement que du quarz dissous par l'eau et cristallisé après son évaporation. Les substances pures produisent donc des extraits tout aussi purs ; mais souvent d'une matière qui paroît très-impure, il sort un extrait en stalactites transparentes et pures : dans ce cas, il se fait une sécrétion des parties similaires d'une seule sorte de matière, qui se rassemblent et présentent alors une substance qui paroît différente des matières impures dont elle sort; et c'est ce qui arrive dans les cailloux, les marbres, la terre limoneuse, et dans les matières volcaniques : comme elles sont elles-mêmes composées d'un grand nombre de substances diverses et mélangées, elles peuvent produire des stalactites très-différentes, et qui proviennent de chaque substance diverse contenue dans ces matières.

On peut donc distinguer les extraits ou stalactites de toute matière par les rapports de densité, de fusibilité, d'homogénéité; et l'on doit aussi comparer les degrés de dureté, de transparence ou d'opacité. Nous trouverons entre les termes extrêmes de ces propriétés les degrés et nuances intermédiaires que la Nature nous offre en tout et partout; car ses productions ne doivent jamais être regardées comme des ouvrages isolés : mais il faut les considérer comme des suites d'ouvrages dans lesquels on doit saisir les opérations successives de son travail, en partant et marchant avec elle du plus simple au plus composé.

STALACTITES CRISTALLISÉES DU QUARZ,

CRISTAL DE ROCHE.

Le cristal de roche paroît être l'extrait le plus simple et la stalactite la plus transparente des matières vitreuses. En le comparant avec le quarz, on reconnoît aisément qu'il est de la même essence; tous deux ont la même densité [1], et sont à peu près de la même dureté; ils résistent également à l'action du feu et à celle des aci-

---

[1] Le poids du quarz transparent est à celui de l'eau distillée comme 26546, et celui du cristal de roche d'Europe comme 26548 sont à 10000 : on peut donc assurer que leur densité est la même. Voyez la *Table des pesanteurs spécifiques*

des : ils ont donc les mêmes propriétés essentielles, quoique leur formation soit très-différente ; car le quarz a tous les caractères du verre fondu par le feu, et le cristal présente évidemment ceux d'une stalactite du même verre atténué par les vapeurs humides ou par l'action de l'eau : ses molécules très-ténues se trouvant en liberté dans le fluide qui les a dissoutes, se rassemblent par leur affinité à mesure que l'humidité s'évapore ; et comme elles sont simples et similaires, leurs agrégats prennent de la transparence et une figure déterminée.

La forme de cristallisation dans cet extrait du quarz paroît être non-seulement régulière, mais plus constante que dans la plupart des autres substances cristallisées. Ces cristaux se présentent en prisme à six faces parallélogrammes, surmontées aux deux extrémités par des pyramides à six faces triangulaires. Le cristal de roche, lorsqu'il se forme en toute liberté, prend cette figure prismatique surmontée aux deux extrémités par des pyramides ; mais il faut pour cela que le suc cristallin qui découle du quarz, trouve un lit horizontal qui permette au prisme de s'étendre dans ce même sens, et aux deux pyramides de se former à l'une et à l'autre extrémité [1]. Lorsqu'au contraire le suintement de l'extrait du quarz se fait verticalement ou obliquement contre les voûtes et les parois du quarz ou dans les fentes des rochers, le cristal, alors attaché par sa base, n'a de libre qu'une de ses extrémités, qui prend toujours la forme de pyramide ; et comme cette seconde position est infiniment plus fréquente que la première, on ne trouve que rarement des cristaux à deux pointes, et très-communément des cristaux en pyramide simple ou en prismes surmontés de cette seule pyramide, parce que la première pyramide ou le prisme, toujours attachés au rocher, n'ont pas permis à la seconde pyramide de se former à cette extrémité qui sert de base au cristal.

On peut même dire que la forme primitive du cristal de roche n'est réellement composée que des deux pyramides opposées par leur base, et que le prisme à six faces qui les sépare est plutôt accidentel qu'essentiel à cette forme de cristallisation ; car il y a des

---

que M. Brisson, savant physicien, de l'Académie des Sciences, s'est donné la peine de faire en pesant à la balance hydrostatique toutes les matières terreuses et métalliques.

1 On trouve de petits cristaux à deux pointes dans quelques cailloux creux : ils ne sont point attachés par leur base, comme les autres, à la surface intérieure du caillou ; ils en sont séparés, et on les entend même ballotter dans cette cavité en secouant le caillou.

cristaux qui ne sont composés que de deux pyramides opposées et sans prisme intermédiaire, en sorte que le cristal n'est alors qu'un solide dodécaèdre : d'ailleurs la hauteur des pyramides est constante, tandis que la longueur du prisme est très-variable. Ce n'est pas qu'il n'y ait aussi beaucoup de variétés dans les faces des pyramides comme dans celles du prisme, et qu'elles ne soient plus étroites ou plus larges, et plus ou moins inclinées, suivant la dimension transversale de la base hexagone, qui paroît être la surface d'appui sur laquelle se forment les pointes pyramidales. Cette figuration irrégulière et déformée, cette inégalité entre l'étendue et l'inclinaison respective des faces du cristal, ne doit être attribuée qu'aux obstacles environnans qui souvent l'empêchent de se former en toute liberté dans un espace assez étendu et assez libre pour qu'il y prenne sa forme naturelle.

Les cristaux grands et petits sont ordinairement tous figurés de même, et rien ne démontre mieux que leur forme essentielle est celle d'une ou deux pyramides à six faces, que les aiguilles du cristal naissant dans les cailloux creux ; elles sont d'abord si petites, qu'on ne les aperçoit qu'à la loupe ; et dans cet état de primeur, elles n'offrent que leur pointe pyramidale, qui se conserve en grandissant toujours dans les mêmes proportions. Néanmoins l'accroissement de cette matière brute ne se fait que par juxtaposition et non par intussusception, ou par nutrition comme dans les êtres organisés : car la première pyramide n'est point un germe qui puisse se développer et s'étendre proportionnellement dans toutes ses dimensions extérieures et intérieures par la nutrition ; c'est seulement une base figurée sur laquelle s'appliquent de tous côtés les parties similaires, sans en pénétrer ni développer la masse ; et ces parties constituantes du cristal étant des lames presque infiniment minces et de figure triangulaire, leur agrégat conserve cette même figure triangulaire dans la portion pyramidale : or quatre de ces lames triangulaires, en s'unissant par la tranche, forment un carré, et six formeront un hexagone ; ainsi la portion prismatique à six faces de la base de cristal est composée de lames triangulaires comme la partie pyramidale.

Quoique la substance du cristal paroisse continue et assez semblable à celle du beau verre blanc, et quoiqu'on ne puisse distinguer à l'oeil la forme de ses parties constituantes, il est néanmoins certain que le cristal est composé de petites lames qui sont à la vérité bien moins apparentes que dans d'autres pierres, mais qui nous sont également démontrées par le fil, c'est-à-dire, par le sens dans lequel on doit attaquer les pierres pour les tailler : or le fil

et le contre-fil se reconnoissent dans le cristal de roche, non-seulement par la plus ou moins grande facilité de l'entamer, mais encore par la double réfraction qui s'exerce constamment dans le sens du fil, et qui n'a pas lieu dans le sens du contre-fil. Ce dernier sens est celui dans lequel les lames forment continuité et ne peuvent se séparer, tandis que le premier sens est celui dans lequel ces mêmes lames se séparent le plus facilement; elles sont donc réunies de si près dans le sens du contre-fil, qu'elles forment une substance homogène et continue, tandis que, dans le sens du fil, elles laissent entre elles un intervalle rempli d'une matière de densité différente qui produit la seconde réfraction.

Et ce qui prouve que cet intervalle entre les lames n'est pas vide, et qu'il est rempli d'une substance un peu moins dense que celle des lames, c'est que les images produites par les deux réfractions ne diffèrent que peu par leur grandeur et leur intensité de couleurs. La longueur du spectre solaire est 19 dans la première réfraction, et 18 dans la seconde; et il en est de même de la largeur de l'image, et il en est encore de même de l'intensité des couleurs qui se trouvent affoiblies dans la même proportion. Quelque pure que nous paroisse donc la substance du cristal, elle n'est pas absolument homogène ni d'égale densité dans toutes ses parties : la lumière, différemment réfractée, semble le démontrer, d'autant que nous verrons, en traitant des spaths calcaires, qu'ils ont non-seulement une double, mais une triple, quadruple, etc., réfraction, selon qu'ils sont plus ou moins mélangés de substances de densité différente.

Un autre fait par lequel on peut encore prouver que le cristal est composé de deux matières de différente densité, c'est que ses surfaces polies avec le plus grand soin ne laissent pas de présenter des sillons, c'est-à-dire, des éminences et des profondeurs alternatives dans toute l'étendue de leur superficie : or la partie creuse de ces sillons est certainement composée d'une matière moins dure que la partie haute, puisqu'elle a moins résisté au frottement[1]; il y a donc dans le cristal de roche alternativement des couches contiguës de différente dureté, dont l'une a été moins usée

---

[1] M. l'abbé de Rochon a démontré cette inégalité de dureté dans les tranches du cristal de roche, en mettant sur la surface polie de ce cristal un verre objectif d'un long foyer. Si la surface du cristal étoit parfaitement plane et sans sillons, les anneaux colorés produits par ce moyen seroient réguliers, comme ils le sont quand on met un objectif sur un autre verre plan et poli : mais les anneaux colorés sont toujours irréguliers sur le cristal le mieux poli, ce qui ne peut provenir que des inégalités de sa surface.

que l'autre par le même frottement, puisqu'alternativement les unes de ces couches sont plus élevées et les autres plus basses sur la même surface polie.

Mais de quelle nature est cette matière moins dense et moins dure des tranches alternatives du cristal ? Comme il n'est guère possible de la recueillir séparément, l'un de nos savans académiciens, M. l'abbé de Rochon, m'a dit qu'ayant réduit du cristal de roche en poudre très-fine par le seul frottement d'un morceau de cristal contre un autre morceau, cette poudre s'est trouvée contenir une portion assez considérable de fer attirable à l'aimant. Ce fait m'a paru singulier, et demande au moins d'être confirmé et vérifié sur plusieurs cristaux ; car il se pourroit que ceux qui se forment dans les cailloux et autres matières où le quarz est mêlé avec des substances ferrugineuses, ou même avec des matières vitreuses colorées par le fer, en continssent une petite quantité : mais je doute que les cristaux qui sortent du quarz pur, en soient mêlés ni même imprégnés, ou bien le quarz même contiendroit aussi une certaine quantité de fer ; ce que j'ai bien de la peine à croire, quoique la chose ne soit pas impossible, puisque le fer a été formé presque en même temps que les verres primitifs, et qu'il s'est mêlé avec les jaspes, les feld-spaths, les schorls, et même avec les quarz, dont quelques-uns sont colorés de jaune ou de rougeâtre.

Quoi qu'il en soit, la lumière qui pénètre tous les corps transparens et en sort après avoir subi des réfractions et des dispersions, est l'instrument le plus délié, le *scalpel* le plus fin par lequel nous puissions scruter l'intérieur des substances qui la reçoivent et la transmettent; et comme cet instrument ne s'applique point aux matières opaques, nous pouvons mieux juger de la composition intérieure des substances transparentes que de la texture confuse des matières opaques où tout est mélangé, confondu, sans apparence d'ordre ni de régularité, soit dans la position, soit dans la figure des parties intégrantes qui sont souvent différentes ou différemment posées, sans qu'on puisse le reconnoître autrement que par leurs différens extraits lorsqu'ils prennent de la transparence, c'est-à-dire, de l'ordre dans la position de leurs parties similaires, et de l'homogénéité par leur réunion sans mélange.

C'est dans les cavités et les fentes de tous les quarz purs ou mélangés que le cristal se forme, soit par l'exsudation de leur vapeur humide, soit par le suintement de l'eau qui les a pénétrés. Les granites, les quarz mixtes, les cailloux, et toutes les matières vitreuses de seconde formation, produisent des cristaux de cou-

leurs différentes : il y en a de rouges, de jaunes et de bleus, auxquels on a donné les noms de *rubis*, de *topaze* et de *saphir*, aussi improprement que l'on applique le nom de *diamant* aux cristaux blancs qui se trouvent à Alençon, à Bristol, et dans d'autres lieux où ces cristaux blancs ont été déposés après avoir été roulés et entraînés par les eaux. Les améthystes violettes et pourprées qu'on met au nombre des pierres précieuses, ne sont néanmoins que des cristaux teints de ces belles couleurs; on trouve les premiers en Auvergne, en Bohème, etc., et les seconds en Catalogne. Les topazes dites *occidentales*, et que l'on trouve en Bohême, en Suisse, et dans d'autres contrées de l'Europe, ne sont de même que des cristaux jaunes; l'hyacinthe dite de *Compostelle* est un cristal d'un jaune plus rougeâtre. Les pierres auxquelles on donne le nom d'*aigues-marines occidentales*, et qui se trouvent en plusieurs endroits de l'Europe, et même en France, ne sont de même que des cristaux teints d'un vert bleuâtre ou d'un bleu verdâtre. On rencontre aussi des cristaux verts en Dauphiné, et d'autres bruns et même noirs. Ces derniers sont entièrement obscurs; et toutes ces couleurs proviennent des parties métalliques dont ces cristaux sont imprégnés, particulièrement de celles du fer contenu dans les granits et les quarz mixtes ou colorés, dont ces stalactites quarzeuses tirent leur origine.

De tous les cristaux blancs, celui de Madagascar est le plus beau et le plus également transparent dans toutes ses parties; il est un peu plus dur que nos cristaux d'Europe, dans lesquels néanmoins on remarque aussi quelque différence pour la dureté : mais nous ne connoissons ce très-beau cristal de Madagascar qu'en masses arrondies et de plusieurs pouces de diamètre; celui qui nous est venu du même pays, et qui est en prisme à double pointe, n'est pas aussi beau, et ressemble plus à nos cristaux d'Europe, dans lesquels la transparence n'est pas aussi limpide, et qui souvent sont nuageux et présentent tous les degrés de la transparence plus ou moins nette dans les cristaux blancs, jusqu'à la pleine opacité dans les cristaux bruns et noirs.

Lorsque l'on compare les petites aiguilles naissantes du cristal, qu'on aperçoit à peine dans les cailloux creux, avec les grosses quilles qui se forment dans les cavités des rochers quarzeux et graniteux [1], on ne peut s'empêcher d'admirer dans cette cristallisation

[1] M. Bertrand rapporte, dans son *Dictionnaire universel des fossiles*, qu'on a trouvé près de Visbach dans le haut Valais, à neuf ou dix lieues de Sion, une quille de cristal du poids de douze quintaux : elle avoit sept pieds de circonférence et deux pieds et demi de hauteur.

la constance et la régularité du travail de la Nature, qui néanmoins n'agit ici qu'en opérant à la surface, c'est-à-dire dans deux dimensions. La plus grande quille ou aiguille de cristal est de la même forme que la plus petite : la réunion des lames presque infiniment minces dont il est composé se faisant par la même loi, la forme demeure toujours la même, si rien ne trouble l'arrangement de leur agrégation. Cette méthode de travail est même la seule que la Nature emploie pour augmenter le volume des corps bruts : c'est par juxtaposition, et en ajoutant, pour ainsi dire, surfaces à surfaces, qu'elle place les lames très-minces dont est composée toute cristallisation, toute agrégation régulière. Elle ne travaille donc que dans deux dimensions, au lieu que, dans le développement des êtres organisés, elle agit dans les trois dimensions à la fois, puisque le volume et la masse augmentent tous deux, et conservent la même forme et les mêmes proportions, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. L'aiguille naissante d'un cristal ne peut grandir et grossir que par des additions superficielles et par la superposition de nouvelles lames minces, semblables à celles dont la première aiguille est composée, et qui s'arrangent dans le même ordre; en sorte que cette petite aiguille réside dans la plus grosse sans avoir pris la moindre extension, tandis que le germe d'un corps organisé s'étend en tout sens par la nutrition, et prend de l'augmentation dans toutes ses dimensions et dans sa masse comme dans son volume.

Il est certain que le cristal ne se forme que par l'intermède de l'eau, et l'on peut en donner des preuves évidentes. Il y a des cristaux qui contiennent de l'eau; d'autres renferment du mica, du schorl, des particules métalliques, etc. D'ailleurs le cristal se forme comme le spath calcaire et comme toutes les autres stalactites; il n'en diffère que par sa nature vitreuse et par sa figuration : il présente souvent des apparences de mousses et de végétations, dont la plupart néanmoins ne sont pas des substances réelles, mais de simples fentes ou cavités vides de toute autre matière [1]; souvent on trouve des cristaux encroûtés, c'est-à-dire, dont les surfaces sont chargées de matières étrangères, et surtout de terre ferrugineuse : mais l'intérieur de ces cristaux n'en est point altéré, et il n'y a vraiment de cristal ferrugineux que celui qui est coloré, et dans lequel il est entré des vapeurs ou des molécules de fer lorsqu'il s'est formé.

---

[1] Voyez le Mémoire lu par M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, en avril 1782.

La grosseur du prisme ou canon de cristal est assez égale dans toute sa longueur; les dimensions sont beaucoup moins constantes dans les parties pyramidales, et l'on ne trouve que très-rarement des cristaux dont les faces triangulaires des pyramides soient égales ou proportionnelles entre elles : et cette grosseur du prisme semble dépendre des dimensions de la base de la pyramide; car la pointe sort du rocher la première, et la pyramide y est attachée par sa base, qui s'en éloigne ensuite à mesure que le prisme se forme et pousse la pointe au dehors.

La densité du cristal de roche n'est pas, à beaucoup près, aussi grande que celle du diamant et des autres pierres précieuses. On peut voir, dans la note ci-après, les rapports de pesanteur des différens cristaux que M. Brisson a soumis à l'épreuve de la balance hydrostatique. Cette pesanteur spécifique n'est pas sensiblement augmentée dans les cristaux colorés. Cette table [1] nous démontre aussi que les améthystes, la topaze occidentale, la chrysolithe et l'aigue-marine ne sont que des cristaux violets, jaunes et verdâtres. M. Brisson donne ensuite la pesanteur respective des différens quarz, et leurs poids spécifiques se trouvent encore être les mêmes que ceux des cristaux de roche, en sorte qu'on ne peut douter que leur substance ne soit de la même essence.

Toutes les matières cristallisées sont composées de petites lames presque infiniment minces, et qui se réunissent par la seule force de leur attraction réciproque, dès qu'elles se trouvent en liberté; et ces lames si minces, dont on ne doit considérer que la surface plane, peuvent avoir différentes figures, dont le triangle est la plus simple. M. Bourguet avoit observé avant nous que les prismes hexagones, ainsi que les pyramides triangulaires du cristal de

[1] PIEDS CUBES.				CRISTAUX ET QUARZ.	PESANTEUR. Pouces cubes.			
liv.	on.	g.	gr.		liv.	on.	g.	gr.
185	11	2	64	Cristal de roche de Madagascar.	26530	1	5	54
185	10	7	21	— de roche du Brésil.	26526	1	5	54
185	13	3	1	— de roche d'Enrope.	26548	1	5	55
185	7	5	22	— de roche irisé.	26497	1	5	53
185	12	4	53	— jaune ou topaze de Bohème.	26541	1	5	55
185	11	0	14	— roux brun, ou topaze enfumée.	26534	1	5	54
185	12	0	18	— noir.	26536	1	5	55
185	11	0	24	— bleu, ou *saphir d'eau*.	26513	1	5	28
185	11	7	26	— violet ou améthyste.	26535	1	5	55
185	15	6	52	— violet pourpré, ou améthyste de vigne ou de Carthagène.	26570	1	5	56
185	9	3	47	— blanc violet, ou améthyste blanche.	26513	1	5	54
185	3	1	16	Quarz cristallisé.	26546	1	5	53
185	10	1	2	— laiteux.	26519	1	5	54
185	3	2	26	— gras.	26458	1	5	52
185	13	1	71	— fragile.	26404	1	5	50

roche, sont également composés de petites lames triangulaires qu'on peut apercevoir à la loupe à l'extrémité des pyramides, et qui, par leur réunion, forment les grands triangles pyramidaux, et même les hexagones prismatiques du cristal; car ces lames triangulaires ne se joignent jamais que par la tranche, et six de ces triangles ainsi réunis forment un hexagone [1]. Si l'on observe ces triangles au microscope, ils paroissent évidemment composés d'autres triangles plus petits, et l'on ne peut douter que les parties élémentaires du cristal ne soient des lames triangulaires fort petites, et dont la surface plane est néanmoins beaucoup plus étendue que celle de la tranche, qui est infiniment mince.

Quelques naturalistes récens, et entre autres Linnæus et ses écoliers, ont avancé mal à propos que les cristaux pierreux doivent leur figure aux sels : nous ne nous arrêterons pas à réfuter des opinions si peu fondées. Cependant tous les physiciens instruits, et notamment le savant minéralogiste Cronstedt, avoient nié avec raison que les sels eussent aucune part à la formation non plus qu'à la figure de ces cristaux; il suffit, dit-il, qu'il y ait des corps métalliques qui se cristallisent par la fusion, pour démontrer que la forme des cristaux n'est point dépendante des sels. Cela est très-certain; les sels et les cristaux pierreux n'ont rien de commun que la faculté de se cristalliser, faculté plus que commune, puisqu'elle appartient à toute matière non-seulement saline, mais pierreuse, ou même métallique, dès que ces matières sont amenées à l'état flnide, soit par l'eau, soit par le feu, parce que dans cet état de liquidité les parties similaires peuvent s'approcher et se réunir par la seule force de l'attraction, et former par leur agrégation des cristaux dont la forme dépend de la figure primitive de leurs parties constituantes, et de l'arrangement que prennent entre elles ces lames minces en vertu de leur affinité mutuelle et réciproque.

Le cristal de roche se trouve et croît en grosses quilles dans les cavités des rochers quarzeux et graniteux : ces cavités s'annoncent quelquefois à l'extérieur par des éminences ou boursouflures dont on reconnoît le vide en frappant le rocher; l'on juge par le son que l'intérieur en est creux.

Il se trouve en Dauphiné plusieurs de ces rochers creux dont les cavités sont garnies de cristaux; on donne à ces cavités le nom de *cristallières*, lorsqu'elles en contiennent une grande quantité. C'est toujours près du sommet des montagnes quarzeuses et gra-

---

[1] Voyez dans ce volume l'article de la *cristallisation*.

niteuses que gisent ces grandes cristallières ou mines de cristal. Plusieurs naturalistes, et entre autres MM. Altman et Cappeller, ont décrit celles des montagnes de la Suisse : elles sont fréquentes dans le mont Grimsel, entre le canton de Berne et le Valais, dans le mont Saint-Gothard et autres montagnes voisines; et c'est toujours dans les cavités du quarz ou dans les fentes des rochers quarzeux que se forme le cristal, et jamais dans les cavités ou fentes des rochers calcaires. Le cristal se produit aussi dans les pierres mixtes, comme on le voit dans presque tous les cailloux creux, dont la substance est souvent mêlée de différentes matières vitreuses, métalliques, calcaires et limoneuses : mais il faut toujours que le quarz y soit contenu en plus ou moins grande quantité; sans cela, le cristal ne pourroit se produire, puisque sa substance est un vrai quarz, sans mélange apparent d'aucune autre matière, et que quand on y trouve des corps étrangers, ils n'y sont que renfermés, enveloppés par accident, et non intimement et réellement mêlés.

M. Achard, très-habile chimiste, de l'académie de Berlin, ayant fait l'analyse chimique du rubis et d'autres pierres précieuses, et en ayant tiré de la terre alcaline, a pensé que le cristal de roche en contenoit aussi; et, dans cette idée, il a imaginé un appareil très-ingénieux pour former du cristal en faisant passer l'air fixe de la craie à travers du sable quarzeux et des diaphragmes d'argile cuite. M. le prince Galitzin, qui aime les sciences et les cultive avec grand succès, eut la bonté de m'envoyer, au mois de septembre 1777, un extrait de la lettre que lui avoit écrite M. Achard, avec le dessin de son appareil pour faire du cristal. M. Magellan, savant physicien, de la société royale de Londres, me fit voir, quelque temps après, un petit morceau de cristal qu'il me dit avoir été produit par l'appareil de M. Achard, et ensuite il présenta ce même cristal à l'Académie des Sciences. Les commissaires de cette compagnie firent exécuter l'appareil, et essayèrent de vérifier l'expérience de M. Achard; j'engageai M. le duc de Chaulnes et d'autres habiles physiciens à prendre tout le temps et tous les soins nécessaires au succès de cette expérience, et néanmoins aucun n'a réussi : et j'avoue que je n'en fus pas surpris; car, d'après les procédés de M. Achard, il me paroît qu'on viendroit plutôt à bout de faire un rubis qu'un cristal de roche : j'en dirai les raisons lorsque je traiterai des pierres précieuses, dont la substance, la formation et l'origine sont, selon moi, très-différentes de celles du cristal de roche. En attendant, je ne puis qu'applaudir aux efforts de M. Achard, dont la théorie me paroît saine et peut s'ap-

pliquer à la cristallisation des pierres précieuses; mais leur substance diffère de celle des cristaux, tant par la densité que par la dureté et l'homogénéité, et nous verrons que c'est de la terre limoneuse ou végétale, et non de la matière vitreuse, que le diamant et les pierres précieuses tirent leur origine.

Tout cristal, soit en petites aiguilles dans les cailloux creux, soit en grosses et grandes quilles dans les cavités des rochers quarzeux, est donc également un extrait, une stalactite du quarz. Les cristaux plus ou moins arrondis que l'on trouve dans le sable des rivières ou dans les mines de seconde formation, et auxquels on donne les noms impropres de *diamans de Cornouailles* ou *d'Alençon*, ne sont que des morceaux de cristal de roche détachés des rochers et entraînés par le mouvement des eaux courantes; ils sont de la même essence, de la même pesanteur spécifique et de la même transparence; ils ont de même une double réfraction, et ne diffèrent du cristal des montagnes qu'en ce qu'ils ont été plus ou moins arrondis par les frottemens qu'ils ont subis. Il se trouve une grande quantité de ces cristaux arrondis dans les vallées des hautes montagnes et dans tous les torrens et les fleuves qui en découlent : ils ne perdent ni n'acquièrent rien par leur long séjour dans l'eau; l'intérieur de leur masse n'est point altéré; leur surface est seulement recouverte d'une enveloppe ferrugineuse ou terreuse, qui n'est même pas fort adhérente; et lorsque cette croûte est enlevée, les cristaux qu'elle recouvroit présentent le même poli et la même transparence que le cristal tiré de la roche où il se forme.

Parmi les cristaux, même les plus purs et les plus solides, il s'en trouve qui contiennent de l'eau et des bulles d'air; preuve évidente qu'ils ont été formés par le suintement ou la stillation de l'eau. Tavernier dit avoir vu dans le cabinet du prince de Monaco un morceau de cristal qui contenoit près d'un verre d'eau. Ce fait me paroît exagéré ou mal vu; car les pierres qui renferment une grande quantité d'eau, ne sont pas de vrais cristaux, mais des espèces de cailloux plus ou moins opaques. On connoît sous le nom d'*enhydres* ceux qui sont à demi-transparens et qui contiennent beaucoup d'eau; on en trouve souvent dans les matières rejetées par les volcans : mais j'ai vu plusieurs cristaux de roche bien transparens et régulièrement cristallisés, dans lesquels on apercevoit aisément une goutte d'eau surmontée d'une bulle d'air qui la rendoit sensible par son mouvement, en s'élevant toujours au-dessus de la goutte d'eau lorsqu'on changeoit la position verticale du morceau de cristal; et non-seulement il se trouve quelquefois des

gouttes d'eau renfermées dans le cristal de roche, mais on en voit encore plus souvent dans les agates et autres pierres vitreuses qui n'ont qu'une demi-transparence. M. Fougeroux de Bondaroy, de l'Académie des Sciences, a trouvé de l'eau en quantité très-sensible dans plusieurs agates qu'il a fait casser. Il est donc certain que les cristaux, les agates et autres stalactites quarzeuses ont toutes été produites par l'intermède de l'eau.

Comme les montagnes primitives du globe ne sont composées que de quarz, de granite et d'autres matières vitreuses, on trouve partout dans l'intérieur et au pied de ces montagnes, du cristal de roche, soit en petits morceaux roulés, soit en prismes et en aiguilles attachées aux rochers. Les hautes montagnes d'Asie en sont aussi fournies que les Alpes d'Europe. Les voyageurs parlent du cristal de la Chine, dont on fait de beaux vases et des magots; des cristaux de Siam, de Camboie, des Moluques, et particulièrement de celui de Ceylan, où ils disent qu'il est fort commun.

En Afrique, le pays de Congo tire son nom du cristal qui s'y trouve en très-grande abondance; il y en a aussi en quantité dans le pays de Galam : mais l'île de Madagascar est peut-être de toute la terre la contrée la plus riche en cristaux; il y en a de plus et de moins transparens. Le premier est limpide comme l'eau, et se présente, pour ainsi dire, en masses dont nous avons vu des blocs arrondis de près d'un pied de diamètre en tout sens : cependant, quoiqu'il soit plus net et plus diaphane que le cristal d'Europe, il est un peu moins dense [1], et souvent il est plus mêlé de schorl et d'autres parties hétérogènes. Le second cristal de Madagascar ressemble à celui d'Europe. M. l'abbé de Rochon a rapporté de cette île une grosse et belle aiguille à deux pointes de ce cristal : on peut la voir au Cabinet du Roi.

Dans le nouveau continent, le cristal de roche est tout aussi commun que dans l'ancien; on en a trouvé à Saint-Domingue, en Virginie, au Mexique et au Pérou, où M. d'Ulloa dit en avoir vu des morceaux fort grands et très-nets; ce savant naturaliste marque même sa surprise de ce qu'on ne le recherche pas, et que c'est le hasard seul qui en fait quelquefois trouver de grosses masses. Enfin il y a du cristal dans les pays les plus froids comme dans les climats tempérés et chauds; on a recueilli en Laponie et au Canada des cristaux roulés tout semblables à ceux de Bristol, et

[1] Dans la Table de M. Brisson, la pesanteur spécifique du cristal de Madagascar est de 26530, et celle du cristal d'Europe, de 26548, relativement à l'eau supposée 10000. Ainsi le cristal d'Europe est un peu plus dense que celui de Madagascar.

l'on y a vu d'autres cristaux en aiguilles et en grosses quilles. Ainsi, dans tous les pays du monde, il se produit du cristal, soit dans les cavités des rochers quarzeux, soit dans les fentes perpendiculaires qui les divisent; et celui qui se présente dans les cailloux creux et dans les pierres graniteuses, provient aussi du quarz qui fait partie de la substance de ces cailloux et pierres mixtes.

L'extrait le plus pur du quarz est donc le cristal blanc; et quoique les cristaux colorés en tirent également leur origine, ils n'en ont pas tiré leurs couleurs; elles leur sont accidentelles, et ils les ont empruntées des terres métalliques qui étoient interposées dans la masse du quarz, ou qui se sont trouvées dans le lieu de la formation des cristaux : mais cela n'empêche pas qu'on ne doive mettre au nombre des extraits ou stalactites du quarz tous ces cristaux colorés; la quantité des molécules métalliques dont ils sont imprégnés, et qui leur ont donné des couleurs, ne fait que peu ou point d'augmentation à leur masse; car tous les cristaux, de quelque couleur qu'ils soient, ont à très-peu près la même densité que le cristal blanc. Et comme les améthystes, la topaze de Bohème, la chrysolite et l'aigue-marine ont la même densité, la même dureté, la même double réfraction, et qu'elles sont également résistantes à l'action du feu, on peut, sans hésiter, les regarder comme de vrais cristaux; et l'on ne doit pas les élever au rang des pierres précieuses qui n'ont qu'une simple réfraction, et dont la densité, la dureté et l'origine sont très-différentes de celles des cristaux vitreux.

AMÉTHYSTE.

Toutes les améthystes ne sont que des cristaux de roche teints de violet ou de pourpre; elles ont la même densité [1], la même dureté, la même double réfraction, que le cristal; elles sont aussi également réfractaires au feu. Les améthystes violettes sont les plus communes, et, dans la plupart, cette couleur n'a pas la même intensité partout; souvent même une partie de la pierre est violette, et le reste est blanc. Il semble que, dans la formation de ce cristal, la teinture métallique qui a coloré la pyramide, ait man-

[1] La pesanteur spécifique de l'améthyste est de 26535; celle du cristal de roche d'Europe, de 26548; et celle du cristal de roche de Madagascar, de 26530.



qué pour teindre le prisme; aussi cette teinture s'affoiblit par nuance du violet au blanc dans le plus grand nombre de ces pierres : on le voit évidemment en tranchant horizontalement une table de cristaux d'améthyste; toutes les pointes sont plus ou moins colorées, et les bases sont souvent toutes blanches comme le cristal.

On sait que le violet et le pourpre sont les couleurs intermédiaires entre le rouge et l'indigo ou bleu foncé; le cristal de roche n'a donc pu devenir améthyste que quand le quarz qui l'a produit s'est trouvé imprégné de particules de cette même couleur violette ou pourprée : mais comme il n'y a aucun métal, ni même aucun minéral métallique, qui produise cette couleur par la voie humide, et que la manganèse ne la donne au verre que par le moyen du feu, il faut avoir recours au mélange du rouge et du bleu pour la composition des améthystes; or ces deux couleurs du rouge et du bleu peuvent être fournies par le fer seul, ou par le fer mêlé de cuivre : ainsi les améthystes ne doivent se trouver que dans les quarz de seconde formation, et qui sont voisins de ces mines métalliques en décomposition.

On trouve en Auvergne, à quatre lieues au nord de Brioude, une minière d'améthystes violettes, dont M. le Monnier, premier médecin ordinaire du Roi, et l'un de nos savans naturalistes de l'académie, a donné une bonne description.

On trouve de semblables améthystes dans les mines de Schemnitz en Hongrie; on en a rencontré en Sibérie, et jusqu'au Kamtschatka; il s'en trouve aussi en plusieurs autres régions, et particulièrement en Espagne; celles de Catalogne ont une couleur pourprée, et ce sont les plus estimées : mais aucune de ces pierres n'a la dureté, la densité ni l'éclat des pierres précieuses; et toutes les améthystes perdent leur couleur violette ou pourprée lorsqu'on les expose à l'action du feu. Enfin elles présentent tous les caractères et toutes les propriétés du cristal de roche : l'on ne peut donc douter qu'elles ne soient de la même essence, et que leur substance, à la couleur près, ne soit absolument la même.

Les anciens ont compté cinq espèces d'améthystes, qu'ils distinguoient par les différens tons ou degrés de couleurs : mais cette diversité ne consiste qu'en une suite de nuances qui rentrent les unes dans les autres; ce qui ne peut établir entre ces pierres une différence essentielle. La distinction qu'en font les joailliers en *orientales* et *occidentales*, ne me paroît pas bien fondée; car aucune améthyste n'offre les caractères des pierres précieuses orientales; savoir, la dureté, la densité et la simple réfraction. Ce n'est pas

qu'entre les vraies pierres précieuses il ne puisse s'en trouver quelques-unes de couleur violette ou pourprée; et même quelques amateurs se flattent d'en posséder, et leur donnent le nom d'*améthyste orientale*. Ces pierres sont au moins très-rares, et nous ne les regarderons pas comme des améthystes, mais comme des rubis, dont en effet quelques-uns semblent offrir des teintes d'un rouge mêlé de pourpre.

CRISTAUX-TOPAZES.

On a mal à propos donné le nom de *topazes* à ces pierres qui se trouvent en Bohème, en Auvergne, et dans plusieurs autres provinces de l'Europe, et qui ne sont que des cristaux de roche colorés d'un jaune plus ou moins foncé et souvent enfumé. Comme leur forme de cristallisation, leur dureté, leur densité, sont les mêmes que celles du cristal, et qu'elles ont aussi une double réfraction, il n'est pas douteux que ces sortes de topazes ne soient, ainsi que les améthystes, des cristaux colorés. Ces cristaux-topazes n'ont de rapport que par le nom et la couleur avec la vraie topaze, qui est une pierre précieuse et rare qu'on ne trouve que dans les climats chauds des régions méridionales, au lieu que ces cristaux-topazes ont peu de prix, et se trouvent aussi communément dans les contrées du Nord que dans celles du Midi; et quoiqu'on donne l'épithète d'*occidentale* à la topaze de Saxe et à celle du Brésil, comme elles sont d'une pesanteur spécifique bien plus grande que celle des cristaux colorés, et presque égale à la densité du diamant, leur cristallisation étant d'ailleurs toute différente de celle des cristaux de roche, on doit les regarder comme des pierres qui, quoique inférieures à la topaze orientale, sont néanmoins supérieures à nos cristaux-topazes par toutes leurs propriétés essentielles.

Ces cristaux-topazes se trouvent en Bohème, en Misnie, en Auvergne, et se rencontrent aussi dans presque tous les lieux du monde où le cristal de roche est voisin des mines de fer; l'on a souvent observé que la partie par laquelle ils sont attachés au rocher quarzeux qui les produit, est environnée d'une croûte ferrugineuse plus ou moins jaune. Ainsi cette teinture provient de la dissolution du fer, et non de celle du plomb, comme le dit M. Dutens, puisque le plomb ne peut donner la couleur jaune aux

matières vitreuses que lorsqu'elles sont fondues par le feu : et l'on objecteroit vainement que le spath fluor qui accompagne souvent les filons des galènes de plomb, est teint en jaune, comme les cristaux-topazes; car cela prouve seulement que ce spath fluor a été coloré par le plomb lorsqu'il étoit en état de chaux ou de calcination par le feu primitif.

La pesanteur spécifique des cristaux-topazes est précisément la même que celle du cristal de roche [1] : ainsi la petite quantité de fer qui leur a donné de la couleur, n'a point augmenté sensiblement leur densité; ils ont aussi à peu près le même degré de dureté, et ne prennent guère plus d'éclat que le cristal de roche : leur couleur jaune n'est pas nette, elle est souvent mêlée de brun; et lorsqu'on les fait chauffer, ils perdent leur couleur, et deviennent blancs comme le cristal. On ne peut donc pas douter que ces prétendues topazes ne soient de vrais cristaux de roche, colorés de jaune par le fer en dissolution qui s'est mêlé à l'extrait du quarz lorsque ces cristaux se sont formés.

CHRYSOLITHE.

Les pierres auxquelles on donne aujourd'hui le nom de *chrysolithe,* ne sont que des cristaux-topazes dont le jaune est mêlé d'un peu de vert; leur pesanteur spécifique est à peu près la même [2]; elles résistent également à l'action du feu, et leur forme de cristallisation n'est pas fort différente. M. le docteur Demeste a raison de dire qu'il y a très-peu de différence entre cette pierre chrysolithe et la topaze de Bohème; elle n'en diffère en effet que par la nuance de vert qui teint foiblement le jaune sans l'effacer [3]. C'est par le plus ou moins de vert répandu dans le jaune qu'on peut distinguer au premier coup d'oeil la chrysolithe du péridot, dans

1 La pesanteur spécifique de la topaze de Bohème est de 26541, et celle du cristal de roche d'Europe, de 26548. (Table de M. Brisson.)

2 La pesanteur spécifique de la chrysolithe du Brésil est de 26923, et celle du cristal de roche, de 26548. M. Brisson donne aussi 27821 pour pesanteur spécifique d'une autre chrysolithe, sans indiquer le lieu où elle se trouve; mais cette différence de densité n'est pas assez considérable pour faire rejeter cette chrysolithe du nombre des cristaux colorés.

3 Robert de Berquen définit très-bien la chrysolithe, en disant que sa couleur est un vert naissant tirant sur le jaune, ou un vert jaune brillant d'un lustre doré.

lequel au contraire la couleur verte domine au point d'effacer le jaune presque entièrement : mais nous verrons que le péridot diffère encore de notre chrysolithe par des caractères bien plus essentiels que ceux de la couleur.

La chrysolithe des anciens étoit la pierre précieuse que nous nommons aujourd'hui *topaze orientale*, et à laquelle le nom de *chrysolithe* ou *pierre d'or* convenoit en effet beaucoup[1]. « La chrysolithe « dans sa beauté, dit Pline, fait pâlir l'or lui-même : aussi a-t-on « coutume de la monter en transparent, et sans la doubler d'une « feuille brillante qui n'auroit rien à ajouter à son éclat. » L'Éthiopie et l'Inde, c'est-à-dire, en général, l'Orient, fournissoient ces pierres précieuses aux Romains; et leur luxe, encore plus somptueux que le nôtre, leur faisoit rechercher toutes les pierres qui avoient de l'éclat. Ils distinguoient dans les chrysolithes plusieurs variétés : la *chrysélectre*, à laquelle, dit Pline, il falloit la lumière claire du matin pour briller dans tout son éclat; la *leucochryse*, d'un jaune blanc brillant; la *méléchryse*, qui, suivant la force du mot, avec un éclat doré, offre la teinte rougeâtre du miel. Toutes ces belles pierres sont, comme l'on voit, très-différentes de notre chrysolithe moderne, qui n'est qu'un cristal de roche coloré de jaune verdâtre.

Les chrysolithes que l'on a trouvées dans les terrains volcanisés, sont de la même nature que les chrysolithes ordinaires; on en rencontre assez souvent dans les laves et dans certains basaltes. Elles se présentent ordinairement en grains irréguliers ou en petits fragmens qui ont la couleur, la dureté et les autres caractères de la véritable chrysolithe : nous en ferons la comparaison lorsque nous parlerons des matières rejetées par les volcans.

AIGUE-MARINE.

Les aigues-marines ne sont encore que des cristaux quarzeux teints de bleuâtre ou de verdâtre : ces deux couleurs sont toujours mêlées, et à différentes doses, dans ces pierres, en sorte que le vert domine sur le bleu dans les unes, et le bleu sur le vert dans les autres. Leur densité[2] et leur dureté sont les mêmes que celles des

[1] Χρυσὸς λιθός.

[2] Cristal d'Europe, 26548; aigue-marine, 27229; chrysolithe, 27821; chrysolithe du Brésil, 26923. Voyez la Table de M. Brisson.

améthystes, des cristaux-topazes et des chrysolithes, qui toutes ne sont guère plus dures que le cristal de roche; elles résistent également à l'action du feu. Ces trois caractères essentiels suffisent pour qu'on soit bien fondé à mettre l'aigue-marine au nombre des cristaux colorés.

La ressemblance de couleur a fait penser que le *béryl* des anciens étoit notre aigue-marine : mais ce béryl, auquel les lapidaires donnent la dénomination d'*aigue-marine orientale*, est une pierre dont la densité est égale à celle du diamant; et dès-lors on ne peut la confondre avec notre aigue-marine, ni la placer avec les cristaux quarzeux.

On trouve les aigues-marines dans plusieurs contrées de l'Europe, et particulièrement en Allemagne; elles n'ont ni la densité, ni la dureté, ni l'éclat du béryl et des autres pierres qui ne se trouvent que dans les climats méridionaux; et ce qui prouve encore que nos aigues-marines ne sont que des cristaux de roche teints, c'est qu'elles se présentent quelquefois en morceaux assez grands pour en faire des vases.

Au reste, il se trouve entre l'aigue-marine et le béryl la même différence en pesanteur spécifique[1] qu'entre les cristaux-topazes et la topaze du Brésil, ce qui seul suffit pour démontrer que ce sont deux pierres d'essence différente; et nous verrons que le béryl provient du schorl, tandis que l'aigue-marine est un cristal quarzeux.

STALACTITES CRISTALLISÉES

DU FELD-SPATH.

Le feld-spath, dont la densité et la dureté sont à peu près les mêmes que celles du quarz, en diffère néanmoins par des caractères essentiels, la fusibilité et la figuration en cristaux; et cette cristallisation primitive du feld-spath ayant été produite par le feu, a précédé celle de tous les cristaux quarzeux, qui ne s'opère que par l'intermède de l'eau.

Je dis que la cristallisation du feld-spath a été produite par le

[1] La pesanteur spécifique du béryl ou aigue-marine orientale est de 35489, et celle de l'aigue-marine occidentale n'est que de 27229.

feu primitif; et pour le démontrer, nous pourrions rappeler ici toutes les preuves sur lesquelles nous avons établi que les granites, dont le feld-spath fait toujours partie constituante, appartiennent au temps de l'incandescence du globe, puisque ces mêmes granites, ainsi que les verres primitifs dont ils sont composés, ne portent aucune empreinte ni vestige de l'impression de l'eau, et que même ils ne contiennent pas l'air fixe qui se dégage de toutes les substances postérieurement formées par l'intermède de l'eau, c'est-à-dire, de toutes les matières calcaires. On doit donc rapporter la cristallisation du feld-spath dans les granites à cette époque où le feu, et le feu seul, pénétroit et travailloit le globe avant que les élémens de l'air et de l'eau volatilisés, et encore relégués loin de sa surface, n'eussent pu s'y établir.

Il en est de même du schorl, dont la cristallisation primitive a été opérée par le même feu, puisqu'en prenant les schorls en général, il en existe autant et plus en forme cristallisée dans les granites que dans les masses secondaires qui en tirent leur origine.

On reconnoît aisément le feld-spath et les matières qui en proviennent, au jeu de la lumière qu'elles réfléchissent en chatoyant, et nous verrons que les extraits de ce verre primitif sont en assez grand nombre; mais ils ne se présentent nulle part en aussi gros volume que les cristaux quarzeux. Les extraits ou stalactites du feld-spath sont toujours en assez petits morceaux isolés, parce qu'il ne se trouve lui-même que très-rarement en masses un peu considérables.

Dans cette recherche sur l'origine et la formation des pierres transparentes, je fais donc entrer les caractères de la densité, dureté, homogénéité et fusibilité, que je regarde comme essentiels et très-distinctifs, sans rejeter celui de la forme de cristallisation, quoique plus équivoque : mais on ne doit regarder la couleur que comme une apparence accidentelle qui n'influe point du tout sur l'essence de ces pierres, la quantité de la matière métallique qui les colore étant presque infiniment petite, puisque les cristaux teints de violet, de pourpre, de jaune, de vert, ou du mélange de ces couleurs, ne pèsent pas plus que le cristal blanc, et que les diamans couleur de rose, ou jaunes, ou verts, sont aussi de la même densité que les diamans bancs.

Et comme nous ne traitons ici que des stalactites transparentes, et que nous venons de présenter celles du quarz, nous continuerons cette exposition par les stalactites du feld-spath, et ensuite par celles du schorl. Ces trois verres primitifs produisent des stalactites transparentes; les deux autres, savoir, le jaspe et le mica,

ne donnent guère que des concrétions opaques, ou tout au plus à demi-transparentes, dont nous traiterons après celles du quarz, du feld-spath et du schorl.

SAPHIR D'EAU.

Le saphir d'eau est une pierre transparente légèrement chatoyante, et teinte d'un bleu pâle; sa densité approche de celle du feld-spath et du cristal de roche [1] : il a souvent des glaces et reflets blancs, et souvent aussi la couleur bleue manque tout à coup ou s'affoiblit par nuances, comme la couleur violette se perd et s'affoiblit dans l'améthyste. Il paroît seulement, par la différence de la pesanteur spécifique qui se trouve entre ces deux pierres [2], que le saphir d'eau n'est pas tout-à-fait aussi dense que l'améthyste et le cristal de roche, et qu'il l'est plus que le feld-spath en cristaux rougeâtres. Je suis donc porté à croire qu'il est de la même essence que le feld-spath, ou du moins que les parties quarzeuses dont il est composé sont mélangées de feld-spath. On pourra confirmer ou faire tomber cette conjecture, en éprouvant au feu la fusibilité du saphir d'eau; car s'il résiste moins que le cristal de roche ou le quarz à l'action d'un feu violent, on prononcera, sans hésiter, qu'il est mêlé de feld-spath.

Au reste, on ne doit pas confondre ce saphir d'eau, qui n'est qu'une pierre vitreuse foiblement colorée de bleu, avec le vrai saphir ou saphir d'Orient, qui ne diffère pas moins de celui-ci par l'intensité, la beauté et le brillant de sa couleur, que par sa densité, sa dureté, et par tous les autres caractères de nature qui le mettent au rang des vraies pierres précieuses.

---

[1] La pesanteur spécifique du saphir d'eau est de 25813; celle du cristal de roche est de 26548; la pesanteur spécifique du feld-spath blanc est de 26466, et celle du feld-spath rougeâtre est de 24378; en sorte que la pesanteur spécifique du saphir d'eau étant de 25813, elle fait le terme moyen entre celle de ces deux feld-spaths; et c'est ce qui me fait présumer que la substance du saphir d'eau est plutôt composée de feld-spath que de quarz.

[2] La pesanteur spécifique du saphir d'eau est de 25813, et celle de l'améthyste de 26535.

FELD-SPATH DE RUSSIE.

Cette substance vitreuse assez récemment connue, et jusqu'ici dénommée *pierre de Labrador* [1], parce que les premiers échantillons en ont été ramassés sur cette terre sauvage du nord de l'Amérique, doit à plus juste titre prendre sa dénomination de la Russie, où l'on vient de trouver, non loin de Pétersbourg, ce feld-spath en grande quantité. L'auguste impératrice des Russies a daigné elle-même me le faire savoir, et c'est avec empressement que je saisis cette légère occasion de présenter à cette grande souveraine l'hommage universel que les sciences doivent à son génie qui les éclaire autant que sa faveur les protége, et l'hommage particulier que je mets à ses pieds pour les hautes bontés dont elle m'honore.

Ce beau feld-spath s'est trouvé produit et répandu dans des blocs de rocher que l'on a attaqués pour paver la route de Pétersbourg à Péterhoff. La masse de cette roche est une concrétion vitreuse dans laquelle le schorl domine, et où l'on voit le feld-spath formé en petites tables obliquement inclinées, ou en rhombes cristallisés d'une manière plus ou moins distincte. On le reconnoît au jeu de ses couleurs chatoyantes, dont les reflets bleus et verts deviennent plus vifs et sont très-agréables à l'œil, lorsque cette pierre est taillée et polie. Elle a plus de densité que le feld-spath blanc ou rouge [2] : ce feld-spath vert a donc pris ce surplus de densité par le mélange du schorl, et probablement du schorl vert, qui est le plus pesant de tous les schorls [3].

Au reste, cette belle pierre chatoyante, qui étoit très-rare, le deviendra moins d'après la découverte que l'on vient d'en faire en Russie; et peut-être est-elle la même que ce feld-spath verdâtre dont parle Wallerius, et qu'il dit se trouver dans les mines d'or de Hongrie et dans quelques endroits de la Suède.

---

[1] Feld-spath à couleurs changeantes, connu sous le nom de *pierre de Labrador*. On le trouve en effet en morceaux roulés, quelquefois chargés de glands de mer, sur les côtes de cette contrée septentrionale de l'Amérique.

[2] La pesanteur spécifique du feld-spath de Russie, ou pierre de Labrador, est de 26925; celle du feld-spath blanc, de 24378; et celle du feld-spath en cristaux rouges, de 26466. (Table de M. Brisson.)

[3] La pesanteur spécifique du schorl olivâtre ou vert est de 34519. (Même Table.)

☞ M. Pallas confirme par de très-bonnes observations ce que j'ai dit au sujet du feld-spath, qui se trouve presque toujours incorporé dans les granites, et très-rarement isolé. Il ajoute que ces feld-spaths isolés se rencontrent dans les filons de certaines mines, et que ce n'est presque qu'en Suède et en Saxe qu'on en a des exemples.

« Le feld-spath, qui est la même chose que le *pétun-sé*, dont « on se sert pour faire la porcelaine, est, dit ce savant naturaliste, « ordinairement d'une couleur plus ou moins grise dans les gra- « nites communs : mais il s'en trouve quelquefois en Finlande du « rouge ou rougeâtre dans un granite, qui dès-lors est égal en « beauté au granite rouge antique. Lorsque le feld-spath se trouve « mêlé, comme c'est le plus ordinaire, dans nos granites avec le « quarz et le mica, on le voit quelquefois former des masses de « plusieurs pouces cubes; mais plus souvent il n'est qu'en grains, « et représente fréquemment de vrais granitelles. C'est une espèce « de granitelle, coupée de grosses veines de quarz demi-transpa- « rent, qui fournit, aux environs de Catherinebourg, la pierre « connue sous le nom d'*alliance*, dont on ne connoît presque pas « d'autres exemples.

« Il est très-rare dans l'empire de Russie de trouver de ces « granites simples, c'est-à-dire, uniquement composés de quarz et « de feld-spath ; il est encore plus rare de trouver des roches « presque purement composées de feld-spath en cristallisations « plus ou moins confuses : cependant je connois un exemple d'un « tel granite sur le Selengha, près de la ville de Selinghinsk, où « il y a des montagnes en partie purement composées de feld- « spath gris, qui se décompose en gravier et en sable.

« Un second exemple d'une roche de feld-spath presque pure, « est cette pierre chatoyante analogue à la pierre de Labrador, « qu'on a découverte aux environs de Pétersbourg. La couleur « obscure, le chatoiement et la pâte de cette pierre la rendent si « semblable à celle que les frères Moraves ont découverte sur la « côte des Eskimaux, et débitée sous le nom de *Labrador*, qu'à « l'aspect des premiers échantillons que j'en vis, je fus tenté de « les déclarer étrangères et véritables pierres de Labrador : mais, « par une comparaison plus attentive, l'on trouve bientôt que le « feld-spath chatoyant de Russie est,

« 1°. Plus dur, moins facile à entamer par la lime et à se diviser « en éclats;

« 2°. Qu'il montre constamment une cristallisation plus ou « moins confuse, en petits losanges ou parallélipipèdes allongés,

« qui n'ont ordinairement que quelques lignes d'épaisseur, tandis
« que la pierre de Labrador offre quelquefois des cristaux de plu-
« sieurs pouces, et par cette raison des plans chatoyans d'une plus
« grande étendue;

« 3°. Que le feld-spath de Russie se trouve en blocs considé-
« rables, qui semblent avoir été détachés de rochers entiers, tandis
« qu'on n'a trouvé la pierre de Labrador qu'en cailloux roulés,
« depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle d'un petit melon,
« qui semblent avoir appartenu à un filon, et offrent souvent des
« traces de mines de fer.

« Les blocs de feld-spath qui ont été trouvés entre Pétersbourg et
« Péterhoff, ne sont certainement pas là dans leur sol natal, mais
« ont été charriés de loin, et déposés par quelque inondation vio-
« lente, aussi bien que ces innombrables blocs de granites et d'au-
« tres roches, qu'on trouve semées sur les plaines de la Finlande,
« et jusqu'aux montagnes de Valday..... Je crois qu'il faudra cher-
« cher la véritable patrie de cette pierre chatoyante parmi les
« montagnes granitiques qui bordent la mer Blanche depuis So-
« roka jusqu'à Umba.

« La couleur obscure et la qualité chatoyante du feld-spath en
« question me semblent dépendre d'un même principe colorant,
« et ce principe est le fer, dont les dissolutions par l'acide aérien,
« si généralement répandues dans la Nature, produisent, par
« différentes modifications, les plus vives couleurs dans les fêlures
« les moins perceptibles des minéraux et des pierres qu'elles pé-
« nètrent. Le feld-spath étant d'une texture lamelleuse, doit ad-
« mettre entre ses feuillets ces solutions colorantes, et produire
« des reflets, lorsque, par une coupe un peu oblique, les bords,
« quoique peu transparens, des lames colorées se présentent à la
« lumière. C'est en conséquence de cela que les couleurs de la
« pierre chatoyante brillent ordinairement par lignes ou raies qui
« répondent aux lames ou feuillets de la pierre; et des raies obs-
« cures dans un sens deviennent brillantes dans une autre exposi-
« tion, et quelquefois présentent une couleur différente par les re-
« flets changés. »

ŒIL DE CHAT.

Les pierres auxquelles on a donné ce nom sont toutes chatoyantes, et varient non-seulement par le jeu de la lumière et par les couleurs, mais aussi par le dessin plus ou moins régulier des cercles ou anneaux qu'elles présentent. Les plus belles sont celles qui ont des teintes d'un jaune vif ou mordoré avec des cercles bien distincts; elle sont très-rares et fort estimées des Orientaux : celles qui n'ont point de cercles et qui sont grises ou brunes, n'ont que peu d'éclat et de valeur; on trouve celles-ci en Egypte, en Arabie, etc., et les premières à Ceylan. Pline paroît désigner le plus bel œil de chat sous le nom de *leucophthalmos*, « lequel, dit-il, « avec la figure du globe blanc et de la prunelle noire d'un œil, « brille d'ailleurs d'une lumière enflammée. » Et dans une autre notice où cette même pierre est également reconnoissable, il nous a conservé quelques traces de la grande estime qu'on en faisoit en Orient dès la plus haute antiquité : « Les Assyriens lui donnoient, « dit-il, le beau nom d'*œil de Bélus*, et l'avoient consacrée à « ce dieu. »

Toutes ces pierres sont chatoyantes, et ont à très-peu près la même densité que le feld-spath [1], auquel on doit par conséquent les rapporter par ces deux caractères; mais il y a une autre pierre, à laquelle on a donné le nom d'*œil de chat noir* ou *noirâtre*, dont la densité est bien plus grande, et que par cette raison nous rapporterons au schorl.

ŒIL DE POISSON.

Il me paroît que l'on doit encore regarder comme un produit du feld-spath, la pierre chatoyante à laquelle on a donné le nom d'*œil de poisson*, parce qu'elle est à peu près de la même pesanteur spécifique que ce verre primitif [2].

---

[1] La pesanteur spécifique du feld-spath blanc est de 26466; celle de l'œil de chat mordoré est de 26667; de l'œil de chat jaune, 25573, et de l'œil de chat gris, 25675.

[2] La pesanteur spécifique de la pierre *œil de poisson* est de 25782; ce qui est à

Dans cette pierre *œil de poisson*, la lumière est blanche et roule d'une manière uniforme; le reflet en est d'un blanc éclatant et vif lorsqu'elle est taillée en forme arrondie, et polie avec soin. « La plupart des pierres chatoyantes, dit très-bien M. Demeste, « ne sont que des feld-spaths d'un tissu extrêmement fin, que « l'on taille en *goutte de suif* ou en *cabochon*, pour donner à la « pierre tout le jeu dont elle est susceptible. » Cette pierre *œil de poisson*, quoique assez rare, n'est pas d'un grand prix, parce qu'elle n'a que peu de dureté, et qu'elle est sans couleur. Elle paroît laiteuse et bleuâtre lorsqu'on la regarde obliquement; mais au reflet direct de la lumière, elle est d'un blanc éclatant et très-intense. A ce caractère, et en se fondant sur le sens étymologique, il me paroît que l'on pourroit prendre l'*argyrodamas* de Pline pour notre œil de poisson; car il n'est aucune pierre qui joigne à un beau blanc d'argent plus d'éclat et de reflet, et qui par conséquent puisse à plus juste titre, quoique toujours improprement, recevoir le nom de *diamant d'argent :* et cela étant, la pierre *gallaïque* du même naturaliste seroit une variété de notre pierre *œil de poisson*, puisqu'il la rapporte lui-même à son *argyrodamas*. Au reste, cette pierre *œil de poisson* est ainsi nommée, parce qu'elle ressemble par sa couleur au cristallin de l'œil d'un poisson.

ŒIL DE LOUP.

La pierre appelée *œil de loup* est de même un produit du feld-spath; elle est chatoyante, et probablement mêlée de parties micacées qui en augmentent le volume et diminuent la masse. Cette pierre *œil de loup*, moins dense que le feld-spath [1], paroît faire la nuance entre les feld-spaths et les opales qui sont encore plus mélangées de parties micacées; car l'œil de loup n'étincelle pas par paillettes variées comme l'aventurine ou l'opale, mais il luit d'une lumière pleine et sombre; ses reflets verdâtres semblent sortir d'un fond rougeâtre, et on pourroit prendre cette pierre pour une variété colorée de la pierre *œil de poisson*, ou pour une aventurine sans

---

peu près le terme moyen entre la pesanteur spécifique 26466 du feld-spath blanc, et 24378 pesanteur spécifique du feld-spath rougeâtre.

[1] La pesanteur spécifique de la pierre *œil de loup* n'est que de 23507, tandis que celle de l'*œil de poisson* est de 25782.

accident, sans *aventure* de couleurs, si sa densité n'étoit pas fort au-dessous de celle de ces pierres. Nous la regarderons donc comme un des produits ou stalactites, mais des moins pures et des plus mélangées, du feld-spath. Sa teinte foncée et obscure ne laisse à ses reflets que fort peu d'éclat, et cette pierre, quoique assez rare, dont nous avons au Cabinet du Roi deux grands échantillons, n'a que peu de valeur.

AVENTURINE.

Le feld-spath et toutes les pierres transparentes qui en tirent leur origine, ont des reflets chatoyans; mais il y a encore d'autres pierres qui réunissent à la lumière flottante et variée du chatoiement, des couleurs fixes, vives et intenses, telles que nous les présentent les aventurines et les opales.

La pesanteur spécifique des aventurines est à très-peu près la même que celle du feld-spath [1]: la plupart de ces pierres, encore plus brillantes que chatoyantes, paroissent être semées de petites paillettes rouges, jaunes et bleues, sur un fond de couleur plus ou moins rouge; les plus belles aventurines ne sont néanmoins qu'à demi transparentes; les autres sont plus ou moins opaques, et je ne les rapporte au feld-spath qu'à cause de leurs reflets légèrement chatoyans, et de leur densité, qui est à très-peu près la même; car les unes et les autres pourroient bien participer de la nature du mica, dont les paillettes brillantes contenues dans ces pierres paroissent être des parcelles colorées.

OPALE.

De toutes les pierres chatoyantes l'opale est la plus belle : cependant elle n'a ni la dureté ni l'éclat des vraies pierres précieuses; mais la lumière qui la pénètre, s'anime des plus agréables couleurs et semble se promener en reflets ondoyans, et l'oeil est encore

[1] Feld-spath, 26466; aventurine demi-transparente, 26667; aventurine opaque, 26426. (Table de M. Brisson.)

moins ébloui que flatté de l'effet suave de ses beautés. Pline s'arrête avec complaisance à les peindre : « C'est, dit-il, le feu de l'escarboucle, le pourpre de l'améthyste, le vert éclatant de l'émeraude, brillant ensemble, et tantôt séparés, tantôt unis par le « plus admirable mélange. » Ce n'est pas tout encore : le bleu et l'orangé viennent sous certains aspects se joindre à ces couleurs, et toutes prennent plus de fraîcheur du fond blanc et luisant sur lequel elles jouent, et dont elles ne semblent sortir que pour y rentrer et jouer de nouveau.

Ces reflets colorés sont produits par le brisement des rayons de lumière mille fois réfléchis, rompus et renvoyés de tous les petits plans des lames dont l'opale est composée ; ils sont en même temps réfractés au sortir de la pierre, sous des angles divers et relatifs à la position des lames qui les renvoient; et ce qui prouve que ces couleurs mobiles et fugitives, qui suivent l'œil et dépendent de l'angle qu'il fait avec la lumière, ne sont que des *iris* ou spectres colorés, c'est qu'en cassant la pierre, elle n'offre plus dans sa fracture ces mêmes couleurs dont le jeu varié tient à sa structure intérieure, et s'accroît par la forme arrondie qu'on lui donne à l'extérieur : l'opale est donc une pierre irisée dans toutes ses parties. Elle est en même temps la plus légère des pierres chatoyantes, et de près d'un cinquième moins dense que le feld-spath, qui, de tous les verres primitifs, est le moins pesant [1]; elle n'a aussi que peu de dureté : il faut donc que les petites lames dont l'opale est composée, soient peu adhérentes, et assez séparées les unes des autres, pour que sa densité et sa dureté en soient diminuées dans cette proportion de plus d'un cinquième relativement aux autres matières vitreuses.

Une opale d'un grand volume, dans toutes les parties de laquelle les couleurs brillent et jouent avec autant de feu que de variété, est une production si rare, qu'elle n'a plus qu'un prix d'estime qu'on peut porter très-haut. Pline nous dit qu'Antoine proscrivit un sénateur auquel appartenoit une très-belle opale qu'il avoit refusé de lui céder; sur quoi le naturaliste romain s'écrie avec une éloquente indignation : « De quoi s'étonner ici davantage, de la « cupidité farouche du tyran qui proscrit pour une bague, ou de « l'inconcevable passion de l'homme qui tient plus à sa bague « qu'à sa vie? »

On peut encore juger de l'estime que faisoient les anciens de

---

[1] La pesanteur spécifique de l'opale est de 21140; et celle du feld-spath le plus léger, de 24378. (Table de M. Brisson.)

l'opale, par la scrupuleuse attention avec laquelle ils en ont remarqué les défauts, et par le soin qu'ils ont pris d'en caractériser les belles variétés. L'opale en offre beaucoup, non-seulement par les différences du jeu de la lumière, mais encore par le nombre des nuances et la diversité des couleurs qu'elle réfléchit : il y a des opales à reflets foiblement colorés, où sur un fond laiteux flottent à peine quelques légères nuances de bleu. Dans ces pierres nuageuses, laiteuses et presque opaques, la pâte opaline semble s'épaissir et se rapprocher de celle de la calcédoine : au contraire, cette même pâte s'éclaircit quelquefois de manière à n'offrir plus que l'apparence vitreuse et les teintes claires et lumineuses d'un feld-spath chatoyant et coloré; et ces nuances, comme l'a très-bien observé Boèce, se trouvent souvent réunies et fondues dans un seul et même morceau d'opale brute. Le même auteur parle des opales noires comme des plus rares et des plus superbes par l'éclat du feu qui jaillit de leur fond sombre.

On trouve des opales en Hongrie, en Misnie [1], et dans quelques îles de la Méditerranée. Les anciens tiroient cette pierre de l'Orient, d'où il en vient encore aujourd'hui; et nos lapidaires distinguent les opales, ainsi que plusieurs autres pierres, en *orientales* et en *occidentales* : mais cette distinction n'est pas bien énoncée; car ce n'est que sur le plus ou le moins de beauté de ces pierres que portent les dénominations d'*orientales* et d'*occidentales*, et non sur le climat où elles se trouvent, puisque dans nos opales d'Europe il s'en rencontre de belles parmi les communes, de même qu'à Ceylan et dans les autres contrées de l'Inde on trouve beaucoup d'opales communes parmi les plus belles. Ainsi cette distinction de dénominations, adoptée par les lapidaires, doit être rejetée par les naturalistes, puisqu'on pourroit la croire fondée sur une différence essntielle de climat, tandis qu'elle ne l'est que sur la différence accidentelle de l'éclat ou de la beauté.

Au reste, l'opale est certainement une pierre vitreuse de seconde formation, et qui a été produite par l'intermède de l'eau : sa gangue est une terre jaunâtre qui ne fait point d'effervescence avec les acides; les opales renferment souvent des gouttes d'eau. M. Fougeroux de Bondaroy, l'un de nos savans académiciens, a sacrifié à son instruction quelques opales, et les a fait casser pour recueillir l'eau qu'elles renfermoient; cette eau s'est trouvée pure et limpide comme dans les cailloux creux et les enhydres. Il se trouve quelquefois des opales dans les pouzzolanes et dans les terres jetées

---

[1] A Freyberg.

par les volcans. M. Ferber en a observé, comme M. de Bondaroy, dans les terrains volcanisés du Vicentin. Ces faits suffisent pour nous démontrer que les opales sont des pierres de seconde formation, et leurs reflets chatoyans nous indiquent que c'est aux stalactites du feld-spath qu'on doit les rapporter.

Quoique plusieurs auteurs aient regardé le girasol comme une sorte d'opale, nous nous croyons fondés à le séparer, non-seulement de l'opale, mais même de toutes les autres pierres vitreuses : c'est en effet une pierre précieuse dont la dureté et la densité sont presque doubles de celles de l'opale, et égales à celles des vraies pierres précieuses [1].

PIERRES IRISÉES.

Après ces pierres chatoyantes dont les couleurs sont flottantes, et dans lesquelles les reflets de lumière paroissent uniformes, il s'en trouve plusieurs autres dont les couleurs variées ne dépendent ni de la réflexion extérieure de la lumière, ni de sa réfraction dans l'intérieur de ces pierres, mais des couleurs *irisées* que produisent tous les corps lorsqu'ils sont réduits en lames extrêmement minces : les pierres qui présentent ces couleurs sont toutes défectueuses ; on peut en juger par le cristal de roche *irisé*, qui n'est qu'un cristal fêlé. Il en est de même du feld-spath *irisé :* les couleurs qu'ils offrent à l'œil, ne viennent que du reflet de la lumière sur les lames minces de leurs parties constituantes, lorsqu'elles ont été séparées les unes des autres par la percussion ou par quelque autre cause. Ces pierres irisées sont *étonnées*, c'est-à-dire, fêlées dans leur intérieur; elles n'ont que peu ou point de valeur, et on les distingue aisément des vraies pierres chatoyantes par le foible éclat et le peu d'intensité des couleurs qu'elles renvoient à l'œil : le plus souvent même la fêlure ou séparation des lames est sensible à la tranche, et visible jusque dans l'intérieur du morceau. Au reste, il y a aussi du cristal irisé seulement à sa superficie, et cette iris superficielle s'y produit par l'exfoliation des petites lames de sa surface, de même qu'on le voit dans notre verre factice longtemps exposé aux impressions de l'air.

Au reste, la pierre *iris* de Pline, qui sembleroit devoir être

[1] Voyez ci-après l'article du *girasol*.

spécialement notre cristal irisé, n'est pourtant que le cristal dans lequel les anciens avoient observé la réfraction de la lumière, la division des couleurs, en un mot tous les effets du prisme [1] sans avoir su en déduire la théorie.

STALACTITES CRISTALLISÉES DU SCHORL.

Le schorl diffère du quarz, et ressemble au feld-spath par sa fusibilité, et il surpasse de beaucoup en densité les quatre autres verres primitifs; nous rapporterons donc au schorl les pierres transparentes qui ont ces mêmes propriétés : ainsi nous reconnoîtrons les produits du schorl par leur densité et par leur fusibilité, et nous verrons que toutes les matières vitreuses qui sont spécifiquement plus pesantes que le quarz, les jaspes, le mica et le feld-spath, proviennent du schorl en tout ou en partie. C'est sur ce fondement que je rapporte au schorl plutôt qu'au feld-spath les émeraudes, les péridots, le saphir du Brésil, etc.

J'ai déjà dit que les couleurs dont les pierres transparentes sont teintes, n'influent pas sensiblement sur leur pesanteur spécifique : ainsi l'on auroit tort de prétendre que c'est au mélange des matières métalliques qui sont entrées dans la composition des péridots, des émeraudes et du saphir du Brésil, qu'on doit attribuer leur densité plus grande que celle du cristal, et dès-lors nous sommes bien fondés à rapporter ce surplus de densité au mélange du schorl, qui est le plus pesant de tous les verres primitifs.

Les extraits ou stalactites du schorl sont donc toujours reconnoissable par leur densité et leur fusibilité; ce qui les distingue des autres cristaux vitreux, avec lesquels ils ont néanmoins le caractère commun de la double réfraction.

[1] Il est singulier que Pline, pour nous décrire cet effet, ait recours à un cristal de la mer Rouge, tandis que la première aiguille du cristal des Alpes pouvoit également le lui offrir.

ÉMERAUDE.

L'émeraude, qui, par son brillant éclat et sa couleur suave, a toujours été regardée comme une pierre précieuse, doit néanmoins être mise au nombre des cristaux du quarz mêlé de schorl, 1°. parce que sa densité est moindre d'un tiers que celle des vraies pierres précieuses, et qu'en même temps elle est un peu plus grande que celle du cristal de roche [1] : 2°. parce que sa dureté n'est pas comparable à celle du rubis, de la topaze et du saphir d'Orient, puisque l'émeraude n'est guère plus dure que le cristal : 3°. parce que cette pierre, mise au foyer du miroir ardent, se fond et se convertit en une masse vitreuse; ce qui prouve que sa substance quarzeuse est mêlée de feld-spath ou de schorl, qui l'ont rendue fusible; mais la densité du feld-spath étant moindre que celle du cristal, et celle de l'émeraude étant plus grande, on ne peut attribuer qu'au mélange du schorl cette fusibilité de l'émeraude : 4°. parce que les émeraudes croissent, comme tous les cristaux, dans les fentes des rochers vitreux : enfin parce que l'émeraude a, comme tous ces cristaux, une double réfraction : elle leur ressemble donc par les caractères estentiels de la densité, de la dureté, de la double réfraction; et comme l'on doit ajouter à ces propriétés celle de la fusibilité, nous nous croyons bien fondés à séparer l'émeraude des vraies pierres précieuses, et à la mettre au nombre des produits du quarz mêlé de schorl.

Les émeraudes, comme les autres cristaux, sont fort sujettes à être glaceuses ou nuageuses; il est rare d'en trouver d'un certain volume qui soient totalement exemptes de ces défauts : mais quand cette pierre est parfaite, rien n'est plus agréable que le jeu de sa lumière, comme rien n'est plus gai que sa couleur, plus amie de l'oeil qu'aucune autre [2]. La vue se repose, se délasse, se récrée dans ce beau vert qui semble offrir la miniature des prairies au prin-

---

[1] La pesanteur spécifique de l'émeraude du Pérou est de 27755, et celle du cristal de roche, de 26548. (Table de M. Brisson.)

[2] Une belle émeraude se monte *sur noir* comme les diamans blancs : elle est la seule *pierre de couleur* qui jouisse de cette prérogative, parce que le noir, bien loin d'altérer sa couleur, la rend plus riche et plus veloutée, au lieu que le contraire arrive avec toute autre pierre de couleur. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

temps. La lumière qu'elle lance en rayons aussi vifs que doux, semble, dit Pline, brillanter l'air qui l'environne, et teindre par son irradiation l'eau dans laquelle on la plonge[1]; toujours belle, toujours éclatante, soit qu'elle pétille sous le soleil, soit qu'elle luise dans l'ombre, ou qu'elle brille dans la nuit aux lumières, qui ne lui font rien perdre des agrémens de sa couleur, dont le vert est toujours pur.

Aussi les anciens, au rapport de Théophraste, se plaisoient-ils à porter l'émeraude en bague, afin de s'égayer la vue par son éclat et sa couleur suave; ils la tailloient, soit en cabochon pour faire flotter la lumière, soit en table pour la réfléchir comme un miroir, soit en creux régulier dans lequel, sur un fond ami de l'œil, venoient se peindre les objets en raccourci. C'est ainsi que l'on peut entendre ce que dit Pline d'un empereur qui voyoit dans une émeraude les combats des gladiateurs : réservant l'émeraude à ces usages, ajoute le naturaliste romain, et respectant ses beautés naturelles, on sembloit être convenu de ne point l'entamer par le burin; cependant il reconnoît lui-même ailleurs que les Grecs avoient quelquefois gravé sur cette pierre[2], dont la dureté n'est en effet qu'à peu près égale à celle des belles agates ou du cristal de roche.

Les anciens attribuoient aussi quelques propriétés imaginaires à l'émeraude; ils croyoient que sa couleur gaie la rendoit propre à chasser la tristesse, et faisoit disparoître les fantômes mélancoliques, appelés *mauvais esprits* par le vulgaire. Ils donnoient de plus à l'émeraude toutes les prétendues vertus des autres pierres précieuses contre les poisons et différentes maladies; séduits par l'éclat de ces pierres brillantes, ils s'étoient plu à leur imaginer autant de vertus que de beauté : mais, au physique comme au

---

[1] C'est la remarque de Théophraste (*Lapid. et Gemm.* n°. 44); sur quoi les commentateurs sont tombés dans une foule de doutes et de méprises, cherchant mal à propos comment l'émeraude pouvoit donner à l'eau une teinture verte, tandis que Théophraste n'entend parler que du reflet de la lumière qu'elle y répand.

[2] Livre XXXVII, n°. 3. Il parle de deux émeraudes sur chacune desquelles étoit gravée *Amymone*, l'une des Danaïdes; et dans le même livre de son *Histoire naturelle*, n°. 4, il rapporte la gravure des émeraudes à une époque qui répond, en Grèce, au règne du dernier des Tarquins. — Selon Clément Alexandrin, le fameux cachet de Polycrate étoit une émeraude gravée par Théodore de Samos. — Lorsque Lucullus, ce Romain si célèbre par ses richesses et par son luxe, aborde à Alexandrie, Ptolémée, occupé du soin de lui plaire, ne trouve rien de plus précieux à lui offrir qu'une émeraude sur laquelle étoit gravé le portrait du monarque égyptien.

moral, les qualités extérieures les plus brillantes ne sont pas toujours l'indice du mérite le plus réel. Les émeraudes réduites en poudre et prises intérieurement, ne peuvent agir autrement que comme des poudres vitreuses, action sans doute peu curative, et même peu salutaire; et c'est avec raison que l'on a rejeté du nombre de nos remèdes d'usage cette poudre d'émeraude et les cinq fragmens précieux, autrefois si fameux dans la médecine galénique.

Je ne me suis fort étendu sur les propriétés réelles et imaginaires de l'émeraude, que pour mieux démontrer qu'elle étoit bien connue des anciens; et je ne conçois pas comment on a pu de nos jours révoquer en doute l'existence de cette pierre dans l'ancien continent, et nier que l'antiquité en eût jamais eu connoissance; c'est cependant l'assertion d'un auteur récent [1], qui prétend que les anciens n'avoient pas connu l'émeraude, sous prétexte que, dans le nombre des pierres auxquelles ils ont donné le nom de *smaragdus,* plusieurs ne sont pas des émeraudes : mais il n'a pas pensé que ce mot *smaragdus* étoit une dénomination générique pour toutes les pierres vertes, puisque Pline comprend sous ce nom des pierres opaques qui semblent n'être que des prases ou même des jaspes verts; mais cela n'empêche pas que la véritable émeraude ne soit du nombre de ces *smaragdes* des anciens : il est même assez étonnant que cet auteur, d'ailleurs très-estimable et fort instruit, n'ait pas reconnu la véritable émeraude aux traits vifs et brillans et aux caractères très-distinctifs sous lesquels *Pline* a su la dépeindre. Et pourquoi chercher à atténuer la force des témoignages en ne les rapportant pas exactement? Par exemple, l'auteur cite Théophraste comme ayant parlé d'une émeraude de quatre coudées de longueur, et d'un obélisque d'émeraude de quarante coudées : mais il n'ajoute pas que le naturaliste grec témoigne sur ces faits un doute très-marqué, ce qui prouve qu'il connoissoit assez la véritable émeraude pour être bien persuadé qu'on n'en avoit jamais vu de cette grandeur. En effet, Théophraste dit en propres termes, que *l'émeraude est rare et ne se trouve jamais en grand volume,* « à moins, ajoute-t-il, qu'on ne croie aux « mémoires égyptiens, qui parlent d'émeraudes de quatre et de « quarante coudées : *mais ce sont choses,* continue-t-il, *qu'il faut « laisser sur leur bonne foi :* » et à l'égard de la colonne tronquée ou du cippe d'émeraude du temple d'Hercule à Tyr, dont Hérodote fait aussi mention, il dit que c'est sans doute une fausse éme-

[1] M. Dutens.

raude. Nous conviendrons, avec M. Dutens, que des dix ou douze sortes de *smaragdes* dont Pline fait l'énumération, la plupart ne sont en effet que de fausses émeraudes; mais il a dû voir, comme nous, que Pline en distingue trois comme supérieures à toutes les autres [1]. Il est donc évident que dans ce grand nombre de pierres auxquelles les anciens donnoient le nom générique de *smaragdes*, ils avoient néanmoins très-bien su distinguer et connoître l'émeraude véritable, qu'ils caractérisent, à ne pas s'y méprendre, par sa couleur, sa transparence et son éclat. L'on doit en effet la séparer et la placer à une grande distance de toutes les autres pierres vertes, telles que les prases, les fluors verts, les malachites, et les autres pierres vertes opaques de la classe du jaspe, auxquelles les anciens appliquoient improprement et génériquement le nom de *smaragdes*.

Ce n'étoit donc pas d'émeraude, mais de quelques-uns de ces faux et grands *smaragdes*, qu'étoient faites les colonnes et les statues prétendues d'émeraude dont parle l'antiquité [2], de même que les très-grands vases ou morceaux d'émeraude que l'on montre encore aujourd'hui dans quelques endroits, tels que la grande jatte du trésor de Gènes [3], la pierre verte pesant vingt-neuf livres, don-

---

[1] La première est l'émeraude nommée par les anciens *pierre de Scythie*, et qu'ils ont dit être la plus belle de toutes; la seconde, qui nous paroît être aussi une émeraude véritable, est la *bactriane*, à laquelle Pline attribue la même dureté et le même éclat qu'à l'émeraude scythique, mais qui, ajoute-t-il, est toujours fort petite; la troisième, qu'il nomme émeraude de *Coptos*, et qu'il dit être en morceaux asses gros, mais qui est moins parfaite, moins transparente, et n'ayant pas le vif éclat des deux premières; les neuf autres sortes étoient celles de *Chypre*, d'*Éthiopie*, d'*Herminie*, de *Perse*, de *Médie*, de l'*Attique*, de *Lacédémone*, de *Carthage*, et celle d'Arabie, nommée *cholus*....... La plupart de celles-ci, disent les anciens eux-mêmes, ne méritoient pas le nom d'émeraudes, et n'étoient, suivant l'expression de Théophraste, que de fausses émeraudes (*pseudosmaragdi*), nos. 45 et 46. On les trouvoit communément dans *les environs des mines de cuivre;* circonstance qui peut nous les faire regarder comme des *fluors* verts, ou peut-être même des malachites.

[2] Telle étoit encore la statue de Minerve, faite d'émeraude, ouvrage fameux de Dipœnus et Scyllis.

[3] M. de la Condamine, qui s'est trouvé à Gènes avec MM. les princes Corsini, petits-neveux du pape Clément XII, a eu par leur moyen occasion d'examiner attentivement ce vase à la lueur d'un flambeau. La couleur lui en a paru d'un vert très-foncé : il n'y aperçut pas la moindre trace de ces glaces pailles, nuages et autres défauts de transparence si communs dans les émeraudes et dans toutes les pierres précieuses un peu grosses, même dans le cristal de roche; mais il y distingua très-bien plusieurs petits vides semblables à des bulles d'air de forme ronde ou oblongue, telles qu'il s'en trouve communément dans les cristaux ou verres fondus, soit blancs, soit colorés....

Le doute de M. de la Condamine sur ce vase soi-disant d'émeraude, n'est pas

née par Charlemagne au couvent de Reichenau [1], ne sont que des prismes ou des prases, ou même des verres factices : or, comme ces émeraudes supposées ne prouvent rien aujourd'hui contre l'existence de la véritable émeraude, ces mêmes erreurs dans l'antiquité ne prouvent pas davantage.

D'après tous ces faits, comment peut-on douter de l'existence de l'émeraude en Italie, en Grèce, et dans les autres parties de l'ancien continent avant la découverte du nouveau? Comment d'ailleurs se prêter à la supposition forcée, que la Nature ait réservé exclusivement à l'Amérique cette production qui peut se trouver dans tous les lieux où elle a formé des cristaux? et ne devons-nous pas être circonspects, lorsqu'il s'agit d'admettre des faits extraordinaires et isolés comme le seroit celui-ci? Mais, indépendamment de la multitude des témoignages anciens, qui prouvent que les émeraudes étoient connues et communes dans l'ancien continent avant la découverte du nouveau, on sait par des observations récentes qu'il se trouve aujourd'hui des émeraudes en Allemagne [2], en Angleterre, en Italie; et il seroit bien étrange, quoi qu'en disent quelques voyageurs, qu'il n'y en eût point en Asie. Tavernier et Chardin ont écrit que les terres d'Orient ne produisoient point d'émeraudes, et néanmoins Chardin, relateur véridique, convient qu'avant la découverte du nouveau monde, les Persans tiroient des émeraudes de l'Egypte, et que leurs anciens poëtes en ont fait mention; que de son temps on connoissoit en Perse trois sortes de ces pierres, savoir : l'émeraude d'Egypte, qui est la plus belle, ensuite les émeraudes *vieilles*, et les éme-

---

nouveau. « Il est, dit-il, clairement indiqué par les expressions qu'employoit « Guillaume, archevêque de Tyr, il y a quatre siècles, en disant qu'*à la prise « de Césarée ce vase* [*échut*] *pour une grande somme d'argent aux Génois, « qui le crurent d'émeraude, et qui le montrent encore comme tel et comme « miraculeux aux voyageurs*. Au reste, continue l'auteur, il ne tient qu'à « ceux à qui ces soupçons peuvent déplaire, de les détruire, s'ils ne sont pas « fondés. »

[1] « On me montra (à l'abbaye de Reichenau près de Constance) une prétendue « émeraude d'une prodigieuse grandeur : elle a quatre côtés inégaux, dont le plus « petit n'a pas moins de neuf pouces, et dont le plus long a près de deux pieds ; « son épaisseur est d'un pouce, et son poids de vingt-neuf livres. Le supérieur du « couvent l'estime cinquante mille florins ; mais ce prix se réduiroit à bien peu, « si, comme je le présume, cette émeraude n'étoit autre chose qu'un spath fluo « transparent assez d'un beau vert. » (*Lettres de M. William Coxe sur l'état de la Suisse*, page 21.)

[2] Il est parlé, dans quelques relations, d'une tasse d'émeraude de la grandeur d'une tasse ordinaire, qui est conservée à Vienne dans le cabinet de l'empereur, et que, des morceaux qu'on a ménagés en creusant cette tasse, on a fait une garniture complète pour l'impératrice.

raudes *nouvelles* : il dit même avoir vu plusieurs de ces pierres; mais il n'en indique pas les différences, et il se contente d'ajouter que, quoiqu'elles soient d'une très-belle couleur et d'un poli vif, il croit en avoir vu d'aussi belles qui venoient des Indes occidentales. Ceci prouveroit ce que l'on doit présumer avec raison : c'est que l'émeraude se trouve dans l'ancien continent aussi bien que dans le nouveau, et qu'elle est de même nature en tous lieux; mais comme l'on n'en connoît plus les mines en Egypte ni dans l'Inde, et que néanmoins il y avoit beaucoup d'émeraudes en Orient avant la découverte du nouveau monde, ces voyageurs ont imaginé que ces anciennes émeraudes avoient été apportées du Pérou aux Philippines, et de là aux Indes orientales et en Egypte. Selon Tavernier, les anciens Péruviens en faisoient commerce avec les habitans des îles orientales de l'Asie; et Chardin, en adoptant cette opinion, dit que les émeraudes qui de son temps se trouvoient aux Indes orientales, en Perse et en Egypte, venoient probablement de ce commerce des Péruviens, qui avoient traversé la mer du Sud long-temps avant que les Espagnols eussent fait la conquête de leur pays. Mais étoit-il nécessaire de recourir à une supposition aussi peu fondée pour expliquer pourquoi l'on a cru ne voir aux Indes orientales, en Egypte et en Perse, que des émeraudes des Indes occidentales? La raison en est bien simple; c'est que les émeraudes sont les mêmes partout, et que comme les anciens Péruviens en avoient ramassé une très-grande quantité, les Espagnols en ont tant apporté aux Indes orientales, qu'elles ont fait disparoître le nom et l'origine de celles qui s'y trouvoient auparavant, et que, par leur entière et parfaite ressemblance, ces émeraudes de l'Asie ont été et sont encore aujourd'hui confondues avec les émeraudes de l'Amérique.

Cette opinion que nous réfutons, paroît n'être que le produit d'une erreur de nomenclature : les naturalistes récens ont donné, avec les joailliers, la dénomination de *pierres orientales* à celles qui ont une belle transparence, et qui en même temps sont assez dures pour recevoir un poli vif; et ils appellent *pierres occidentales* [1] celles qu'ils croient être du même genre, et qui ont moins d'éclat et de dureté. Et comme l'émeraude n'est pas plus dure en Orient qu'en Occident, ils en ont conclu qu'il n'y avoit point

---

[1] Boèce paroît être l'auteur de la distinction des émeraudes en orientales et occidentales. Il caractérise les premières par leur grand brillant, leur pureté et leur excès de dureté. Il se trompe quant à ce dernier point, et de Laët s'est de même trompé d'après lui; car on ne trouve pas entre les émeraudes cette différence de dureté, et toutes n'ont à peu près que la dureté du cristal de roche.

d'émeraudes orientales, tandis qu'ils auroient dû penser que cette pierre étant partout la même, comme le cristal, l'améthyste, etc., elle ne pouvoit pas être reconnue ni dénommée par la différence de son éclat et de sa dureté.

Les émeraudes étoient seulement plus rares et plus chères avant la découverte de l'Amérique; mais leur valeur a diminué en même raison que leur quantité s'est augmentée. « Les lieux, dit Joseph « Acosta, où l'on a trouvé beaucoup d'émeraudes (et où l'on en « trouvoit encore de son temps en plus grande quantité), sont « au nouveau royaume de Grenade et au Pérou : proche de « *Manta* et de *Porto-Vieil*, il y a un terrain qu'on appelle *terre* « *des émeraudes;* mais on n'a point encore fait la conquête de « cette terre. Les émeraudes naissent des pierres en forme de « cristaux..... j'en ai vu quelques-unes qui étoient *moitié blan-* « *ches et moitié vertes, et d'autres toutes blanches*..... En l'an- « née 1587, ajoute cet historien, l'on apporta des Indes occiden- « tales en Espagne deux canons d'émeraude, dont chacun pesoit « pour le moins quatre arrobes. » Mais je soupçonne avec raison que ce dernier fait est exagéré; car Garcilasso dit que la plus grosse pierre de cette espèce, que les Péruviens adoroient comme la déesse-mère des émeraudes, n'étoit que de la grosseur d'un œuf d'autruche, c'est-à-dire, d'environ six pouces sur son grand diamètre; et cette pierre-mère des émeraudes n'étoit peut-être elle-même qu'une prime d'émeraude, qui, comme la prime d'améthyste, n'est qu'une concrétion plus ou moins confuse de divers petits canons ou cristaux de ces pierres. Au reste, les primes d'émeraude sont communément fort nuageuses, et leur couleur n'est pas d'un vert pur, mais mélangé de nuances jaunâtres : quelquefois néanmoins cette couleur verte est aussi franche dans quelques endroits de ces primes que dans l'émeraude même, et Boëce remarque fort bien que, dans un morceau de prime nébuleux et sans éclat, il se trouve souvent quelque partie brillante, qui, étant enlevée et taillée, donne une vraie et belle émeraude.

Il seroit assez naturel de penser que la belle couleur verte de l'émeraude lui a été donnée par le cuivre; cependant M. Demeste dit « que cette pierre paroît devoir sa couleur verte au cobalt, « parce qu'en fondant des émeraudes du Pérou avec deux parties « de verre de borax, on obtient un émail bleu. » Si ce fait se trouve constant et général pour toutes les émeraudes, on lui sera redevable de l'avoir observé le premier; et, dans ce cas, on devroit chercher et on pourroit trouver des émeraudes dans le voisinage des mines de cobalt.

Cependant cet émail bleu que donne l'émeraude fondue avec le borax, ne provient pas de l'émeraude seule; car les émeraudes qu'on a exposées au miroir ardent ou au feu violent de nos fourneaux, commencent par y perdre leur couleur verte; elles deviennent friables, et finissent par se fondre sans prendre une couleur bleue. Ainsi l'émail bleu, produit par la fusion de l'émeraude au moyen du borax, provient peut-être moins de cette pierre que du borax même, qui, comme je l'ai dit, contient une base métallique; et ce que cette fusibilité de l'émeraude nous indique de plus réel, c'est que sa substance quarzeuse est mêlée d'une certaine quantité de schorl, qui la rend plus fusible que celle du cristal de roche pur.

La pierre à laquelle on a donné le nom d'*émeraude du Bresil*, présente beaucoup plus de rapports que l'émeraude ordinaire avec les schorls; elle leur ressemble par la forme, et se rapproche de la tourmaline par ses propriétés électriques : elle est plus pesante et d'un vert plus obscur que l'émeraude du Pérou [1]; sa couleur est à peu près la même que celle de notre verre à bouteilles : ses cristaux sont fortement striés ou cannelés dans leur longueur, et ils ont encore un autre rapport avec les cristaux du schorl par la pyramide à trois faces qui les termine; ils croissent, comme tous les autres cristaux, contre les parois et dans les fentes des rochers vitreux. On ne peut donc pas douter que cette émeraude du Brésil ne soit, comme les autres émeraudes, une stalactite vitreuse, teinte d'une substance métallique, et mêlée d'une grande quantité de schorl, qui aura considérablement augmenté sa pesanteur; car la densité du schorl vert est plus grande que celle de cette émeraude [2]. Ainsi, c'est au mélange de ce schorl vert qu'elle doit sa couleur, son poids et sa forme.

L'émeraude du Pérou, qui est l'émeraude de tout pays, n'est qu'un cristal teint et mêlé d'une petite quantité de schorl qui suffit pour la rendre moins réfractaire que le cristal de roche à nos feux. Il faudroit essayer si l'émeraude du Brésil, qui contient une plus grande quantité de schorl, et qui en a pris son plus grand poids et emprunté sa figuration, ne se fondroit pas encore plus facilement que l'émeraude commune.

Les émeraudes, ainsi que les améthystes violettes ou pourprées, les cristaux-topazes, les chrysolithes dont le jaune est mêlé d'un

---

[1] La pesanteur spécifique de l'émeraude du Brésil est de 31555, et celle de l'émeraude du Pérou n'est que de 27755.

[2] La pesanteur spécifique du schorl vert est de 34529, et celle de l'émeraude du Brésil, de 31555.

peu de vert, les aigues-marines verdâtres ou bleuâtres, le saphir d'eau légèrement teint de bleu, le feld-spath de Russie, et toutes les autres pierres transparentes que nous avons ci-devant indiquées, ne sont donc que des cristaux vitreux, teints de ces diverses couleurs par les vapeurs métalliques qui se sont rencontrées dans le lieu de leur formation, et qui se sont mêlées avec le suc vitreux qui fait le fond de leur essence : ce ne sont que des cristaux colorés dont la substance, à l'exception de la couleur, est la même que celle du cristal de roche pur, ou de ce cristal mêlé de feld-spath et de schorl. On ne doit donc pas mettre les émeraudes au rang des pierres précieuses, qui, par la densité, la dureté et l'homogénéité, sont d'un ordre supérieur, et dont nous prouverons que l'origine est toute différente de celle des émeraudes et de toutes les autres pierres transparentes, vitreuses ou calcaires.

PÉRIDOT.

Il en est du péridot comme de l'émeraude du Brésil; il tire également son origine du schorl, et la même différence de densité qui se trouve entre l'émeraude du Brésil et les autres émeraudes, se trouve aussi entre la chrysolithe et le péridot: cependant on n'avoit jusqu'ici distingué ces deux dernières pierres que par les nuances des couleurs jaune et verte dont elles sont toujours teintes. Le jaune domine sur le vert dans les chrysolithes, et le vert domine sur le jaune dans les péridots; et ces deux pierres offrent toutes les nuances de couleurs entre les topazes, qui sont toujours purement jaunes, et les émeraudes, qui sont purement vertes. Mais les chrysolithes diffèrent des péridots par le caractère essentiel de la densité : le péridot pèse spécifiquement beaucoup plus [1]; et il paroît, par le rapport des pesanteurs respectives, que la chrysolite, comme nous l'avons dit, est un extrait du quarz, un cristal coloré, et que les péridots, dont la pesanteur spécifique est bien plus grande [2], ne

[1] La pesanteur spécifique de la chrysolithe du Brésil est de 26923, et celle de la chrysolithe de l'ancien continent est de 27821; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la pesanteur 26548 du cristal, et de celle de la topaze de Bohème, qui est de 26541. (Table de M. Brisson.)

[2] La pesanteur spécifique du péridot occidental est de 30989, et celle du schorl cristallisé est de 30926. (Table de M. Brisson.)

peuvent provenir que des schorls également denses. On doit donc croire que les péridots sont des extraits du schorl, tandis que les chrysolithes sont des cristaux du quarz.

Nous connoissons deux sortes de péridots, l'un qu'on nomme *oriental,* et dont la densité est considérablement plus grande que celle du péridot *occidental:* mais nous connoissons aussi des schorls dont les densités sont dans le même rapport. Le schorl cristallisé correspond au péridot occidental, et le schorl spathique au péridot oriental; et même cette densité du péridot oriental n'est pas encore aussi grande que celle du schorl vert[1]; et ce qui confirme ici mon opinion, c'est que les péridots se cristallisent en prismes striés comme la plupart des schorls: j'ignore, à la vérité, si ces pierres sont fusibles comme les schorls; mais je crois pouvoir le présumer, et j'invite les chimistes à nous l'apprendre.

M. l'abbé de Rochon, qui a fait un grand nombre d'expériences sur la réfraction des pierres transparentes, m'a assuré que le péridot donne une double réfraction beaucoup plus forte que celle du cristal de roche, et moindre que celle du cristal d'Islande: de plus, le péridot a, comme le cristal de roche, un sens dans lequel il n'y a point de double réfraction; et puisqu'il y a une différence encore plus grande dans les deux réfractions du péridot que dans celles du cristal, on doit en conclure que sa substance est composée de couches alternatives d'une densité plus différente qu'elle ne l'est dans celles qui composent le cristal de roche.

SAPHIR DU BRÉSIL.

UNE autre pierre transparente qui, comme le péridot et l'émeraude du Brésil, nous paroît provenir du schorl, est celle qu'on a nommée *saphir du Brésil,* et qui ne diffère que par sa couleur bleue, de l'émeraude du même climat; car leur dureté et leur densité sont à très-peu près égales[2], et on les rencontre dans les mêmes lieux. Ce saphir du Brésil a plus de couleur et un peu plus d'éclat que notre saphir d'eau, et leur densité respective est

[1] La pesanteur spécifique du péridot oriental est de 33548, celle du schorl spathique est de 33852, et celle du schorl olivâtre ou vert est de 34729 (Table de M. Brisson.)

[2] La pesanteur spécifique du saphir du Brésil est de 31307, et celle de l'émeraude du Brésil est de 31555. (Table de M. Brisson.)

en même raison que celle du schorl au quarz : ces deux saphirs sont des extraits ou stalactites de ces verres primitifs, et ne peuvent ni ne doivent être comparés au vrai saphir, dont la densité est d'un quart plus grande, et dont l'origine est aussi très-différente.

ŒIL DE CHAT NOIR OU NOIRATRE.

Nous avons rapporté au feld-spath l'œil de chat gris, l'œil de chat jaune et l'œil de chat mordoré, parce que leur densité est à très-peu près la même que celle de ce verre primitif : mais la pierre à laquelle on a donné le nom d'*œil de chat noirâtre*, est beaucoup plus dense que les trois autres : sa pesanteur spécifique approche de celle du schorl violet du Dauphiné [1].

Toutes les pierres vitreuses et transparentes dont les pesanteurs spécifiques se trouvent entre 25 et 28 mille, sont des stalactites du quarz et du feld-spath, desquels les densités sont aussi comprises dans les mêmes limites; et toutes les pierres vitreuses et transparentes dont les pesanteurs spécifiques sont entre 30 et 35 mille, doivent se rapporter aux schorls, desquels les densités sont aussi comprises entre 30 et 35 mille, relativement au poids de l'eau supposé 10 mille [2].

Cette manière de juger de la nature des stalactites cristallisées, et de les classer par le rapport de leur densité avec celle des matières primitives dont elles tirent leur origine, me paroît, sans comparaison, la plus distincte et la plus certaine de toutes les méthodes, et je m'étonne que jusqu'ici elle n'ait pas été saisie par les naturalistes; car la densité est le caractère le plus intime, et, pour ainsi dire, le plus substantiel que puisse offrir la matière; c'est celui qui tient de plus près à son essence; et duquel dérivent le plus immédiatement la plupart de ses propriétés secondaires. Ce caractère distinctif de la densité ou pesanteur spécifique est si bien établi dans les métaux, qu'il sert à reconnoître les proportions de leur mélange jusque dans l'alliage le plus intime : or ce principe

---

[1] La pesanteur spécifique du schorl violet de Dauphiné est de 32956; celle de l'œil de chat noirâtre de 32593. (Table de M. Brisson.)

[2] Les pesanteurs spécifiques des schorls sont : schorl cristallisé, 30926; schorl violet du Dauphiné, 32956; schorl spathique, 33852; schorl vert ou olivâtre, 34529 (Table de M. Brisson.)

si sûr à l'égard des métaux, parce que nous avons rendu par notre art leur substance homogène, peut s'appliquer de même aux pierres cristallisées qui sont les extraits les plus purs et les plus homogènes des matières primitives produites par la Nature.

BÉRYL.

La couleur du péridot est un vert mêlé de jaune; celle du béryl est un vert mêlé de bleu, et la nature de ces deux pierres nous paroît être la même. Les lapidaires ont donné au béryl le nom d'*aigue-marine orientale*, et cette pierre nous a été assez bien indiquée par les anciens : « Le béryl, disent-ils, vient de l'Inde, « et on le trouve rarement ailleurs: on le taille en hexaèdre et à « plusieurs faces, pour donner par la réflexion de la lumière plus « de vivacité à sa couleur, et un plus grand jeu à son éclat, qui « sans cela est foible.

« On distingue plusieurs sortes de béryls : les plus estimés sont « ceux dont la couleur est d'un vert de mer pur : ensuite ceux « qu'on appelle *chrysobéryls*, qui sont d'un vert un peu plus pâle « avec une nuance de jaune doré.... Les défauts ordinaires à ces « pierres sont les filets et les taches : la plupart ont aussi peu d'é- « clat; les Indiens néanmoins en font grand cas à cause de leur « grandeur [1]. » Il n'est pas rare en effet de trouver d'assez grandes pierres de cette espèce, et on les distinguera toujours de l'aigue-marine, qui ne leur ressemble que par la couleur, et qui en diffère beaucoup, tant par la dureté que par la densité [2]. Le béryl, comme le péridot, tire son origine des schorls, et l'aigue-marine provient du quarz; c'est ce qui met cette grande différence entre leurs densités : et quoique le béryl ne soit pas d'une grande dureté, il est cependant plus dur que l'aigue-marine, et il a par conséquent plus d'éclat et de jeu, surtout à la lumière du jour; car ces deux pierres font fort peu d'effet aux lumières.

[1] Pline, liv. XXXVII, chap. 5.

[2] La pesanteur spécifique du béryl ou aigue-marine orientale est de 35489, tandis que celle de l'aigue-marine occidentale n'est que de 27229. (Table de M. Brisson.)

TOPAZE ET RUBIS DU BRÉSIL.

Il se trouve au Brésil des pierres transparentes d'un rouge clair, et d'autres d'un jaune très-foncé, auxquelles on a donné les noms de *rubis* et *topazes*, quoiqu'elles ne ressemblent que par la couleur aux rubis et topazes d'Orient; car leur nature et leur origine sont toutes différentes : ces pierres du Brésil sont des cristaux vitreux provenant du schorl, auquel ils ressemblent par leur forme de cristallisation[1]; elles se cassent transversalement comme les autres schorls, leur texture est semblable, et l'on ne peut douter qu'elles ne tirent leur origine de ce verre primitif, puisqu'elles se trouvent, comme les autres cristaux, implantées dans les rochers vitreux. Ces topazes et rubis du Brésil diffèrent essentiellement des vraies topazes et des vrais rubis, non-seulement par ce caractère extérieur de la forme, mais encore par toutes les propriétés essentielles, la densité, la dureté, l'homogénéité et la fusibilité. La pesanteur spécifique de ces pierres du Brésil[2] est fort au-dessous de ces pierres d'Orient : leur dureté, quoiqu'un peu plus grande que celle du cristal de roche, n'approche pas de celle de ces pierres précieuses; celles-ci n'ont, comme je l'ai dit, qu'une simple et forte réfraction, au lieu que ces pierres du Bréail donnent une double et plus foible réfraction. Enfin elles sont fusibles à un feu violent, tandis que le diamant et les vraies pierres précieuses sont combustibles, et ne se réduisent point en verre.

La couleur des topazes du Brésil est d'un jaune foncé mêlé d'un peu de rouge : ces topazes n'ont ni l'éclat ni la belle couleur d'or de la vraie topaze orientale; elles en diffèrent aussi beaucoup par toutes les propriétés essentielles, et se rapprochent en tout du péridot, à l'exception de la couleur, car elles n'ont pas la moindre nuance de vert. Elles sont exactement de la même pesanteur

---

[1] La topaze du Brésil est en prismes striés ou cannelés à l'extérieur, comme ceux de l'émeraude du même pays; et ces prismes sont ordinairement surmontés d'une pyramide à l'extrémité, qui pointe en avant au sortir du rocher auquel leur base est adhérente : cette structure est constante; mais le nombre de leurs faces latérales varie presque autant que celles des autres schorls.

[2] La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42838, et celle du rubis du Brésil n'est que de 35311. La pesanteur spécifique de la topaze d'Orient est de 40106, et celle de la topaze du Brésil n'est que de 35365. (Table de M. Brisson.)

spécifique que les pierres auxquelles on a donné le nom de *rubis du Brésil*[1] : aussi la plupart de ces prétendus rubis ne sont-ils que des topazes chauffées; il ne faut, pour leur donner la couleur du rubis-balais, que les exposer à un feu assez fort pour les faire rougir par degrés; elles y deviennent couleur de rose, et même pourprées; mais il est très-aisé de distinguer les rubis naturels et factices du Brésil des vrais rubis, tant par leur moindre poids que par leur fausse couleur, leur double réfraction et la foiblesse de leur éclat.

Ce changement de jaune en rouge est une exaltation de couleur que le feu produit dans presque toutes les pierres teintes d'un jaune foncé. Nous avons dit, à l'article des marbres, qu'en les chauffant fortement lorsqu'on les polit, on fait changer toutes leurs taches jaunes en un rouge plus ou moins clair : la topaze du Brésil offre ce même changement du jaune en rouge, et M. de Fontanieu, l'un de nos académiciens, observe qu'on connoît en Bohème un verre fusible d'un jaune à peu près semblable à celui de la topaze du Brésil, qui, lorsqu'on le fait chauffer, prend une couleur rouge plus ou moins foncée, selon le degré de feu qu'on lui fait subir. Au reste, la topaze du Brésil, soit qu'elle ait conservé sa couleur jaune naturelle, ou qu'elle soit devenue rouge par l'action du feu, se distingue toujours aisément de la vraie topaze et du rubis-balais par les caractères que nous venons d'indiquer : nous sommes donc bien fondés à les séparer des vraies pierres précieuses, et à les mettre au nombre des stalactites du schorl, d'autant que leur densité les en rapproche plus que d'aucun autre verre primitif[2].

Je présume, avec l'un de nos plus savans chimistes, M. Sage, que le rubis sur lequel on a fait à Florence des expériences au miroir ardent, n'étoit qu'un rubis du Brésil, puisqu'il est entré en fusion, et s'est ramolli au point de recevoir à sa surface l'impression d'un cachet, et qu'en même temps sa substance fondue adhéroit aux parois du creuset : cette fusibilité provient du schorl, qui constitue l'essence de toutes ces pierres du Brésil[3]; je dis toutes

---

[1] La pesanteur spécifique du rubis du Brésil est de 35311, et celle de la topaze du Brésil est de 35365. (Table de M. Brisson.)

[2] La pesanteur spécifique du schorl vert ou olivâtre est de 34529, et celle du rubis du Brésil, de 35311.

[3] C'est aussi le sentiment d'un de nos meilleurs observateurs (M. Romé de Lisle, dont l'ouvrage vient de me tomber entre les mains). » Les topazes brutes, dit-il, « qui nous arrivent du Bréail, ne conservent ordinairement qu'une seule de leurs « pyramides : l'autre extrémité est ordinairement terminée par une surface plane « rhomboïdale, qui est l'endroit de la cassure qui se fait aisément et transversale-

ces pierres, parce qu'indépendamment des émeraudes, saphirs, rubis et topazes dont nous venons de parler, il se trouve encore au Brésil des pierres blanches transparentes qui sont de la même essence que les rouges, les jaunes, les bleues et les vertes.

TOPAZE DE SAXE.

La topaze de Saxe est encore, comme celle du Brésil, une pierre vitreuse que l'on doit rapporter au schorl, parce qu'elle est d'une densité beaucoup plus grande que la topaze de Bohème [1] et autres cristaux quarzeux avec lesquels il ne faut pas la confondre. La topaze de Saxe et celle du Brésil sont à très-peu près de la même pesanteur spécifique [2], et ne diffèrent que par la teinte de leur couleur jaune, qui est bien plus légère, plus nette et plus claire dans la topaze de Saxe; mais dans toutes deux la densité excède de

« ment. On y distingue facilement le tissu lamelleux de ces cristaux. La position « de leurs lames est perpendiculaire à l'axe du prisme, et conséquemment dans « une direction contraire aux stries de la surface, qui sont toujours parallèles à « l'axe de ce même prisme. Souvent les deux pyramides manquent, mais c'est tou- « jours par des ruptures accidentelles. L'extérieur de ces cristaux présente des « cannelures parallèles à l'axe.

« La topaze, le rubis et le saphir du Brésil, ont beaucoup de rapport avec les « schorls et les tourmalines par leur contexture, leur cannelure, et par la varia- « tion dans les plans du prisme et des pyramides, qui rend souvent leur cristalli- « sation indéterminée.

« La topaze du Brésil a rarement la belle couleur jonquille de la topaze d'Orient; « mais elle est souvent d'un jaune pâle, et même entièrement blanche.

« Celle dont la couleur très-foncée tire sur l'hyacinthe, est la plus propre à « convertir par le feu en rubis du Brésil; mais il y a aussi des rubis du Brésil na- « turels, souvent avec une légère teinte de jaune, que les Portugais appellent « *topazes rouges*.

« Les plus beaux sont d'un rouge clair, ou de la teinte que l'on désigne par « le nom de *balais*. Ceux qu'on fait en exposant au feu la topaze du Brésil enfu- « mée, sont d'un rouge violet plus ou moins foncé.

« Quant aux saphirs du Brésil, il s'en trouve depuis le bleu foncé de l'indigo « jusqu'au blanc bleuâtre.

« Le tissu feuilleté de ces *gemmes* fait qu'on les taille aussi quelquefois de ma- « nière à produire cette réfraction de la lumière qui caractérise les pierres cha- « toyantes. De là le rubis chatoyant, le saphir œil de chat, et les chatoyantes « jaunes, vertes, brunes, etc., du Brésil et autres lieux. » (*Cristallographie*, par M. Romé de Lisle, tome II, page 234 et suivantes.)

[1] La pesanteur spécifique de la topaze de Saxe est de 35640, tandis que celle de la topaze de Bohème n'est que de 26541.

[2] La pesanteur spécifique de la topaze du Brésil est de 35365.

plus d'un quart celle du cristal de roche et du cristal jaune ou topaze de Bohème : ainsi, par cette première propriété, on doit les rapporter au schorl, qui des cinq verres primitifs est le plus dense. D'ailleurs la topaze de Saxe se trouve, comme celle du Brésil, implantée dans les rochers vitreux, et toutes deux sont fusibles, comme les schorls, à un feu violent.

Les topazes de Saxe, quoique d'une couleur moins foncée que celles du Brésil, ont néanmoins différentes teintes de jaune. Les plus belles sont celles d'un jaune d'or pur, et qui ressemblent, par cette apparence, à la topaze orientale; mais elles en diffèrent beaucoup par la densité et par la dureté [1]. D'ailleurs la lumière, en traversant ces topazes de Saxe, se divise et souffre une double réfraction, au lieu que cette réfraction est simple dans la vraie topaze, qui, étant et plus dense et plus pure, a aussi beaucoup plus d'éclat que ces topazes de Saxe, dont le poli n'est jamais aussi vif ni la réfraction aussi forte que dans la topaze d'Orient.

La texture de la topaze de Saxe est lamelleuse : cette pierre est composée de lames très-minces et très-serrées; sa forme de cristallisation est différente de celle du cristal de roche, et se rapproche de celle des schorls : ainsi tout nous démontre que cette pierre ne doit point être confondue avec la topaze de Bohème et les autres cristaux quarzeux plus ou moins colorés de jaune.

Et comme la densité de cette topaze de Saxe est à très-peu près la même que la densité de la topaze du Brésil, on pourroit croire qu'en faisant chauffer avec précaution cette topaze de Saxe, elle prendroit, comme la topaze du Brésil, une couleur rougeâtre de rubis-balais : mais l'expérience a démenti cette présomption; la topaze de Saxe perd sa couleur au feu, et devient tout-à-fait blanche; ce qui vient sans doute de ce qu'elle n'est teinte que d'un jaune très-léger en comparaison du jaune foncé et rougeâtre de la topaze du Brésil.

GRENAT.

Quoique la pesanteur spécifique du grenat excède celle du diamant, et soit à peu près la même que celle du rubis et de la topaze

---

[1] La pesanteur spécifique de la topaze orientale est de 40106, tandis que celle de la topaze de Saxe n'est que de 35640.

d'Orient [1], on ne doit cependant pas le mettre au rang de ces pierres précieuses ; s'il leur ressemble par la densité, il en diffère par la dureté, par l'éclat, et par d'autres propriétés encore plus essentielles. D'ailleurs l'origine, la formation et la composition des grenats sont très-différentes de celles des vraies pierres précieuses: la substance de celles-ci est homogène et pure ; elles n'ont qu'une simple réfraction, au lieu que la substance du grenat est impure, composée de parties métalliques et vitreuses, dont le mélange se manifeste par la double réfraction et par une densité plus grande que celle des cristaux et même des diamans. Le grenat n'est réellement qu'une pierre vitreuse mêlée de métal; c'est du schorl et du fer, sa couleur rouge et sa fusibilité le demontrent : il faut, à la vérité, un feu violent pour le fondre. M. Pott est le premier qui l'ait fondu sans intermède et sans addition : il se réduit en un émail brun et noirâtre.

Le grenat a d'ailleurs beaucoup de propriétés communes avec les schorls de seconde formation : il ressemble par sa composition aux émeraudes et saphirs du Brésil; il est, comme le schorl, fusible sans addition ; le grenat et la plupart des schorls de seconde formation sont mêlés de fer, et tous les grenats en contiennent une plus grande quantité que les schorls; plusieurs même agissent sur l'aiguille aimantée : ce fer contenu dans les grenats est donc dans son état métallique, comme le sable ferrugineux qui a conservé son magnétisme, et l'on ne peut douter que leur grande pesanteur ne provienne et ne dépende de la quantité considérable de fer qui est entrée dans la composition de leur substance. Les différentes nuances de leur couleur plus ou moins rouge, et de leur opacité plus ou moins grande, en dépendent aussi; car leur transparence est d'autant plus grande qu'ils contiennent moins de fer, et que les particules de ce métal sont plus atténuées : le grenat syrien, qui est le plus transparent de tous, est en même temps le moins pesant, et néanmoins la quantité de fer qu'il contient est encore assez grande pour qu'il agisse sur l'aiguille aimantée.

Les grenats ont tant de rapports avec les schorls, qu'ils paroissent avoir été produits ensemble et dans les mêmes lieux ; car on y trouve également des masses de schorl parsemées de grenats, et des masses de grenat parsemées de schorls : leur origine et leur formation paroissent être contemporaines et analogues ; ils se trouvent dans les fentes des rochers graniteux, schisteux, micacés et

---

[1] Pesanteur spécifique du grenat, 41888 ; du grenat syrien, 40000 ; du rubis d'Orient, 42838 ; de la topaze d'Orient, 40106. (Table de M. Brisson.)

ferrugineux, en sorte que le grenat pourroit être mis au nombre des vrais schorls, s'il ne contenoit pas une plus grande quantité de fer qui augmente sa densité de plus d'un sixième; car la pesanteur spécifique du schorl vert, le plus pesant de tous les schorls, n'est que de 34529, tandis que celle du grenat syrien, le moins pesant et le plus pur des grenats, est de 40000. Les grenats les plus opaques contiennent jusqu'à vingt-cinq et trente livres de fer par quintal, et les plus transparens en contiennent huit ou dix, c'est-à-dire, toujours plus que les schorls les plus opaques et les plus pesans : cependant il y a des grenats qui ne sont que très-peu ou point sensibles à l'action de l'aimant; ce qui prouve que le fer dont ils sont mélangés étoit réduit en rouille, et avoit perdu son magnétisme lorsqu'il est entré dans leur composition.

Ainsi le fer donne non-seulement la couleur, mais la pesanteur, aux grenats; on pourroit donc les regarder comme des stalactites de ce métal, et nous ne les rapportons ici à celles du schorl qu'à cause des autres propriétés qui leur sont communes, et des circonstances de leur formation qui semblent être les mêmes. La forme des grenats varie presque autant que celle des schorls de seconde formation; leur substance vitreuse est toujours mêlée d'une certaine quantité de particules ferrugineuses, et les uns et les autres sont attirables à l'aimant, lorsque ces particules de fer sont dans leur état de magnétisme.

Les grenats, comme les schorls de seconde formation, se présentent quelquefois en assez gros groupes, mais plus souvent en cristaux isolés et logés dans les fentes et cavités des rochers vitreux, dans les schistes micacés, et dans les autres concrétions du quarz, du feld-spath et du mica; et comme ils sont disséminés en grand nombre dans les premières couches de la terre, on les retrouve dans les laves et dans les déjections volcaniques. La chaleur de la lave en fusion change leur couleur de rouge en blanc, mais n'est pas assez forte pour les fondre; ils y conservent leur forme, et perdent seulement avec leur couleur une grande partie de leur poids [1]: ils sont aussi bien plus réfractaires au feu. La grande chaleur qu'ils éprouvent lorsqu'ils sont saisis par la lave en fusion, suffit pour brûler le fer qu'ils contenoient, et réduire par conséquent leur densité à celle des autres matières vitreuses : car on ne peut douter que le fond de la substance du grenat ne soit vitreux; il étincelle sous le briquet, il résiste aux acides, il a la cassure vitreuse, il est

[1] La pesanteur spécifique du grenat volcanisé n'est que de 24684, au lieu que celle du grenat ordinaire est de 41888. (Table de M. Brisson.)

aussi dur que le cristal; et s'il n'étoit pas chargé de fer, il auroit toutes les qualités de nos verres primitifs.

Si le fer n'entroit qu'en vapeurs dans les grenats pour leur donner la couleur, leur pesanteur spécifique n'en seroit que très-peu ou point augmentée : le fer y réside donc en parties massives, et c'est de ce mélange que provient leur grande densité. En les exposant à un feu violent et long-temps soutenu, le fer se brûle et se dissipe, la couleur rouge disparoît; et lorsqu'on leur fait subir une plus longue et plus violente action du feu, ils se fondent et se convertissent en une sorte d'émail [1].

Quoique les lapidaires distinguent les grenats en orientaux et occidentaux, il n'en est pas moins vrai que dans tous pays ils sont de même nature, et que cette distinction ne porte que sur la différence d'éclat et de dureté. Les grenats les plus purs et les plus transparens, lorsqu'ils sont polis, sont plus brillans et plus durs, et ont par conséquent plus d'éclat et de jeu que les autres, et ce sont ceux que les lapidaires appellent *grenats orientaux* : mais il s'en trouve de pareils dans les régions de l'Occident comme dans celles de l'Orient; les grenats de Bohème en particulier sont même souvent plus purs, plus transparens et moins défectueux que ceux qu'on apporte des Indes orientales. Il faut néanmoins en excepter le grenat dont le rouge est teint de violet, qui nous vient de l'Orient, et se trouve particulièrement à Surian, dans le royaume de Pégu, et auquel on a donné le nom de *grenat syrien* [2]; mais ces grenats les plus transparens et les plus purs ne le sont cependant pas plus que le cristal, et ils ont, de même que toutes les autres pierres vitreuses, une double réfraction.

---

[1] Ce n'est en effet qu'à un feu libre et très-violent ou très-long-temps soutenu, que le grenat perd sa couleur; car on peut émailler sur cette pierre, sans qu'elle se décolore et sans qu'elle perde son poli; et je me suis assuré qu'il falloit un feu violent pour diminuer la densité du grenat et brûler le fer qu'il contient. J'ai prié M. de Fourcroy, l'un de nos plus habiles chimistes, d'en faire l'expérience. Il a exposé, dans une coupelle pesant trois gros vingt-cinq grains, douze grains de grenat en poudre. Après trois heures d'un feu très-fort, pendant lequel on n'a aperçu ni vapeur, ni flamme, ni décrépitation, ni fusion sensible dans la matière, le grenat a commencé à se ramollir et à se boursoufler légèrement. Le feu ayant été continué pendant huit heures en tout, le grenat n'a pas éprouvé une fusion plus forte, et il est resté constamment dans l'état de ramollissement déjà indiqué. L'apperail refroidi a présenté une matière rougeâtre, agglutinée, adhérente à la coupelle.

[2] Il paroît que le mot *syrien* vient de *Surian*, ville capitale du royaume de Pégu. Les Italiens ont donné à ces grenats le nom de *rubini di rocca*; et cette dénomination n'est pas mal appliquée, parce que les grenats se trouvent en effet dans les roches vitreuses, tandis que les rubis tirent leur origine de la terre limoneuse et se trouvent isolés dans les terres et les sables.

Quoique dans tous les grenats le fond de la couleur soit rouge, il s'en trouve, comme l'on voit, d'un rouge pourpré; d'autres sont mêlés de jaune et ressemblent aux hyacinthes : ils viennent aussi des Indes orientales [1]. Ces grenats teints de violet ou de jaune sont les plus estimés, parce qu'ils sont bien plus rares que les autres, dont le rouge plus clair ou plus foncé est la seule couleur. Les grenats d'Espagne sont communément d'un rouge semblable à celui des pepins de la grenade bien mûrs, et c'est peut-être de cette ressemblance de couleur qu'on a tiré le nom de *grenat.* Ceux de Bohème sont d'un rouge plus intense [2], et il y en a aussi de verdâtres, de bruns et de noirâtres [3] : ces derniers sont les plus opaques et les plus pesans, parce qu'ils contiennent plus de fer que les autres.

La pierre à laquelle les anciens ont donné le nom de *carbunculus*, et que nous avons traduit par le mot *escarboucle*, est vrai-

---

[1] Le grenat syrien est d'un rouge plus ou moins pourpré, ou chargé de violet, et cette couleur n'est jamais claire. Il y en a de presque violets; mais ils sont rares, et n'ont guère cette couleur que lorsque la pierre a un certain volume.

Quoique le grenat syrien soit assez commun, on en rencontre difficilement de fort gros, purs et p rfaits; en général, la couleur en est rarement franche et décidée; elle est très-souvent sourde et enfumée.

C'est le grenat syrien, lorsqu'il est vif et bien pourpré, que les fripons et les ignorans font quelquefois passer pour améthyste orientale; ce qui fait croire à des gens peu instruits, que cette dernière n'est pas si rare qu'on le dit. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

[2] Le grenat de Bohème (appelé *vermeil* en France) est d'un rouge-ponceau foncé, mais pur et velouté. La grande intensité de sa couleur ne permet pas de le tailler à facettes dessus et dessous, comme les autres pierres, car il paroîtroit presque noir; mais on le cabochonne en dessus et on le chève en dessous : cette opération l'amincit assez pour qu'on puisse jouir de sa riche et superbe couleur, et lui donne un jeu grand et large qui enchante l'œil d'un amateur.

Un grenat de Bohème parfait, d'une certaine grandeur, est une chose extraordinairement rare; rien de plus commun en très-petit volume.

Les defauts ordinaires des grenats de Bohème sont d'être remplis de points noirs et de petites bulles d'air, comme une composition ; ces petites bulles d'air se rencontrent encore dans d'autres grenats, surtout dans ceux où il entre du jaune.

Ce que l'on appelle *grenat de Bohème* en France, est une pierre très-différente de celle dont on vient de parler; elle est plus claire et d'un rouge vinaigre ou lie de vin légèrement bleuâtre et très-rarement agréable. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

[3] Le grenat varie par sa couleur : quelquefois il est du plus beau rouge tirant sur le pourpre, c'est le vrai grenat; d'autres fois il est d'un rouge jaunâtre et tire sur l'hyacinthe; ceux de Bohème sont d'un rouge très-foncé. On en trouve en Saxe et dans le Tirol, qui sont verdâtres, peu ou point transparens, souvent même entièrement opaques. Leur gangue ordinaire est le quarz ou le feld-spath, et surtout le mica; j'en ai vu d'une grosseur extraordinaire, d'un rouge foncé, qui étoient ainsi recouverts de mica. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

semblablement un grenat d'un beau rouge et d'une belle transparence; car cette pierre brille d'un feu très-vif, lorsqu'on l'expose aux rayons du soleil; elle conserve même assez de temps la lumière dont elle s'imbibe, pour briller ensuite dans l'obscurité et luire encore pendant la nuit [1]. Cependant le diamant et les autres pierres précieuses jouissent plus ou moins de cette même propriété de conserver pendant quelque temps la lumière du soleil, et même celle du jour, qui les pénètre et s'y fixe pour quelques heures : mais comme le mot latin *carbunculus* indique une substance couleur de feu, on ne peut l'appliquer qu'au rubis ou au grenat; et les rubis étant plus rares et en plus petit volume que les grenats, nous nous croyons bien fondés à croire que l'escarboucle des anciens étoit un vrai grenat d'un grand volume, et tel qu'ils ont décrit leur *carbunculus*.

La grandeur des grenats varie presque autant que celle des cristaux de roche : il y en a de si petits, qu'on ne peut les distinguer qu'à la loupe, et d'autres ont plusieurs pouces et jusqu'à un pied de diamètre; ils se trouvent également dans les fentes des rochers vitreux, les petits en cristallisation régulière, et les plus gros en forme indéterminée ou bien en cristallisation confuse. En général, ils n'affectent spécialement aucune forme particulière : les uns sont rhomboïdaux; d'autres sont octaèdres, dodécaèdres; d'autres ont quatorze, vingt-quatre et trente-six faces : ainsi la forme de cristallisation ne peut servir à les faire reconnoître et distinguer des autres cristaux.

Il y a des grenats si transparens et d'une si belle couleur, qu'on les prendroit pour des rubis : mais sans être connoisseur on pourra toujours les distinguer aisément; le grenat n'est pas si dur à beaucoup près, on peut l'entamer avec la lime, et d'ailleurs il a, comme toutes les autres pierres vitreuses, une double réfraction, tandis que le rubis et les vraies pierres précieuses dont la substance est homogène, n'ont qu'une seule réfraction beaucoup plus forte que celle du grenat.

Et ce qui prouve encore que le grenat est de la même nature

---

[1] Je ne sais cependant si l'on doit accorder une entière confiance à ce que je vais rapporter ici. « Dans une des salles du palais du roi de la Chine, il y a une « infinité de pierreries sans prix, et un siége ou trône précieux où le roi s'assied en « majesté. Il est fait d'un beau marbre dans lequel il y a tant d'escarboucles et « d'autres pierreries des plus rares, ouvragées et enchâssées, que durant la plus « obscure nuit elles éclairent autant la salle que s'il y avoit un grand nombre de « chandelles allumées. » (*Recueil des voyages qui ont servi à l'établissement de la compagnie des Indes*; Amsterdam, 1702; tome III, page 440.)

que les autres pierres vitreuses, c'est qu'il se décompose de même par l'action des élémens humides.

On trouve des grenats dans presque toutes les parties du monde: Nous connoissons en Europe ceux de Bohème, de Silésie, de Misnie, de Hongrie, de Stirie; il s'en trouve aussi dans le Tirol, en Suisse, en Espagne, en Italie et en France, surtout dans les terrains volcanisés : ceux de Bohème sont les plus purs, les plus transparens et les mieux colorés. Quelques voyageurs assurent en avoir trouvé de très-beaux en Groenland et dans la Laponie.

En Asie, les provinces de Pégu, de Camboie, de Calicut, de Cananor, sont abondantes en grenats; il s'en trouve aussi à Golconde et au Thibet.

Les anciens ont parlé des grenats d'Éthiopie, et l'on connoît aujourd'hui ceux de Madagascar; il doit s'en trouver dans plusieurs autres contrées de l'Afrique : au reste, ces grenats apportés de Madagascar sont de la même nature que ceux de Bohème.

Enfin, quoique les voyageurs ne fassent pas mention des grenats d'Amérique, on ne peut guère douter qu'il n'y en ait dans plusieurs régions de ce vaste continent, comme il s'en trouve dans toutes les autres parties du monde.

HYACINTHE.

Après le grenat se présente l'hyacinthe, qui approche de sa nature, et qu'on doit aussi regarder comme un produit du schorl mêlé de substances métalliques. L'hyacinthe se trouve dans les mêmes lieux que le grenat, elle donne de même une double réfraction; ces deux pierres cristallisées se rencontrent souvent ensemble dans les mêmes masses de rochers : on doit donc la rapporter aux cristaux vitreux, et c'est après le grenat la pierre vitreuse la plus plus dense [1]. Sa couleur n'est pas franche, elle est d'un rouge plus ou moins mêlé de jaune; celles dont cette couleur orangée approche le plus du rouge, sont les plus rares et les plus estimées; toutes perdent leur couleur au feu et y deviennent blanches, sans néanmoins perdre leur transparence, et elles exigent pour se fondre un plus grand degré de feu que le grenat. On voit des hya-

[1] La pesanteur spécifique de l'hyacinthe est de 36873, et celle du grenat syrien, de 40000.

cinthes en très-grande quantité dans les masses de roches vitreuses et autres matières rejetées par le Vésuve, et ces pierres se trouvent non-seulement en Italie dans les terrains volcanisés, mais aussi en Allemagne, en Pologne, en Espagne, en France, et particulièrement dans le Vivarais et l'Auvergne : il y en a de toutes les teintes, de rouge mêlé de jaune, ou de jaune mêlé de brun; il y en a même de blanches qu'on connoît sous le nom de *jargons*. Il s'en trouve aussi d'un jaune assez rouge pour qu'on s'y trompe en les prenant pour des grenats; mais la plupart sont d'un jaune enfumé, et même brunes ou noirâtres. Elles se trouvent quelquefois en groupes, et souvent en cristaux isolés; mais les unes et les autres ont été détachées du rocher ou elles ont pris naissance comme les autres cristaux vitreux. M. Romé de Lisle dit, avec raison, « que l'on donne quelquefois le nom d'*hyacinthes orientales* à « des rubis d'Orient de couleur orangée, ou à des jargons de Ceylan dont la teinte jaune est mêlée de rouge, de même qu'on « donne aussi quelquefois aux topazes orangées du Brésil le nom « d'*hyacinthes occidentales* ou *de Portugal;* mais l'hyacinthe vraie « ou proprement dite est une pierre qui diffère de toutes les pré- « cédentes, moins par sa couleur qui est très-variable, que par sa « forme, sa dureté et sa gravité spécifique. »

Et en effet, quoiqu'il n'y ait, à vrai dire, qu'une seule et même essence dans les pierres précieuses, et que communément elles soient teintes de rouge, de jaune ou de bleu, ce qui nous les fait distinguer par les noms de *rubis*, *topazes* et *saphirs*, on ne peut guère douter qu'il ne se trouve aussi dans les climats chauds des pierres de même essence, teintes de jaune mêlé d'un peu de rouge, auxquelles on aura donné la dénomination d'*hyacinthes orientales;* d'autres teintes de violet, et même d'autres de vert, qu'on aura de même dénommées *améthystes* et *émeraudes orientales :* mais ces pierres précieuses, de quelque couleur qu'elles soient, seront toujours très-aisées à distinguer de toutes les autres par leur dureté, leur densité, et surtout par l'homogénéité de leur substance qui n'admet qu'une seule réfraction, tandis que toutes les pierres vitreuses dont nous venons de faire l'énumération, sont moins dures, moins denses, et en même temps sujettes à la double réfraction.

TOURMALINE[1].

Cette pierre étoit peu connue avant la publication d'une lettre que M. le duc de Noya-Caraffa m'a fait l'honneur de m'écrire de Naples, et qu'il a fait ensuite imprimer à Paris en 1759. Il expose dans cette lettre les observations et les expériences qu'il a faites sur deux de ces pierres qu'il avoit reçues de Ceylan : leur principale propriété est de devenir électriques sans frottement et par la simple chaleur[2]; cette électricité que le feu leur communique, se manifeste par attraction sur l'une des faces de cette pierre, et par répulsion sur la face opposée, comme dans les corps électriques par le frottement, dont l'électricité s'exerce en plus et en moins, et agit positivement et négativement sur différentes faces. Mais cette faculté de devenir électrique sans frottement et par la simple chaleur, qu'on a regardée comme une propriété singulière et même unique, parce qu'elle n'a encore été distinctement observée que sur la tourmaline, doit se trouver plus ou moins dans toutes les pierres qui ont la même origine ; et d'ailleurs la chaleur ne produit-elle pas un frottement extérieur et même intérieur dans les corps qu'elle pénètre, et réciproquement toute friction ne produit-elle pas de la chaleur? Il n'y a donc rien de merveilleux ni de surprenant dans cette communication de l'électricité par l'action du feu.

Toutes les pierres transparentes sont susceptibles de devenir électriques; elles perdent leur électricité avec leur transparence, et la tourmaline elle-même subit le même changement, et perd aussi son électricité lorsqu'elle est trop chauffée.

Comme la tourmaline est de la même essence que les schorls, je suis persuadé qu'en faisant chauffer divers schorls, il s'en trou-

[1] *Tourmaline*, ou *tire-cendre*. Cette pierre est ainsi dénommée, parce qu'elle a la propriété d'attirer les cendres et autres corps légers, sans être frottée, mais seulement chauffée. Sa forme est la même que celle de certains schorls, tels que les péridots et les émeraudes du Brésil : elle ne diffère en effet des schorls que par son électricité, qui est plus forte et plus constante que dans toutes les autres pierres de ce même genre.

[2] Pline parle (liv. XXXVII, n°. 29) d'une pierre violette ou brune (*ionia*), qui, échauffée par le frottement entre les doigts, ou simplement chauffée aux rayons du soleil, acquiert la propriété d'attirer les corps légers. N'est-ce point là la tourmaline ?

vera qui s'électriseront par ce moyen. Il faut un assez grand degré de chaleur pour que la tourmaline reçoive toute la force électrique qu'elle peut comporter, et l'on ne risque rien en la tenant pour quelques instans sur les charbons ardens; mais lorsqu'on lui donne un feu trop violent, elle se fond comme le schorl, auquel elle ressemble aussi par sa forme de cristallisation. Enfin elle est de même densité et d'une égale dureté [1]. L'on ne peut guère douter, d'après tous ces caractères communs, qu'elle ne soit un produit de ce verre primitif. M. le docteur Demeste le présumoit avec raison, et je crois qu'il est le premier qui ait rangé cette pierre parmi les schorls.

Toutes les tourmalines sont à demi transparentes; les jaunes et les rougeâtres le sont plus que les brunes et les noires : toutes reçoivent un assez beau poli. Leur substance, leur cassure vitreuse, et leur texture lamelleuse comme celle du schorl, achèvent de prouver qu'elles sont de la nature de ce verre primitif.

L'île de Ceylan, d'où sont venues les premières tourmalines, n'est pas la seule région qui les produise : on en a trouvé au Brésil, et même en Europe, particulièrement dans le comté de Tirol; les tourmalines du Bresil sont communément vertes ou bleuâtres. M. Gerhard leur ayant fait subir différentes épreuves, a reconnu qu'elles résistoient, comme les autres tourmalines, à l'action de tous les acides, et qu'elles conservoient la vertu électrique après la calcination par le feu : en quoi, dit-il, cette pierre *diffère* des autres tourmalines qui perdent leur électricité *par l'action du feu*. Mais je ne puis être de l'avis de cet habile chimiste sur l'origine des tourmalines, qu'il range avec les basaltes, et qu'il regarde comme des produits volcaniques; cette idée n'est fondée que sur quelques ressemblances accidentelles entre ces pierres et les basaltes : mais leur essence et leur formation sont très-différentes, et toutes les propriétés de ces pierres nous démontrent qu'elles proviennent du schorl, ou qu'elles sont elles-mêmes des schorls.

Il paroît que M. Wilkes est le premier qui ait découvert des tourmalines dans les montagnes du Tirol. M. Muller nous en a donné, peu de temps après, une description particulière : ces tourmalines du Tirol paroissent être de vrais schorls, tant par leur pesanteur spécifique et leur fusibilité, que par leur forme de cristallisation; elles acquièrent la vertu électrique sans frottement et par la simple chaleur; elles ressemblent en tout à la tour-

[1] La pesanteur spécifique de la tourmaline de Ceylan est de 30541; celle de la tourmaline du Brésil, de 30863; et celle du schorl cristallisé, de 30926.

maline de Ceylan, et différent, selon M. Muller, de celle du Brésil; il dit « qu'on doit rapporter à la classe des zéolithes les tour-« malines du Tirol comme celles de Ceylan, et que la tourmaline « du Brésil semble approcher du genre des schorls, parce qu'étant « mise en fusion à l'aide du chalumeau, cette tourmaline du Bré-« sil ne produit pas les mêmes effets que celle du Tirol, qui d'ail-« leurs est de couleur enfumée comme la vraie tourmaline, au « lieu que celle du Brésil n'est pas de la même couleur. » Mais le traducteur de cette lettre de M. Muller observe, avec raison, qu'il y a des schorls électriques qui ne jettent pas, comme la tourmaline, un éclat phosphorique lorsqu'ils entrent en fusion; il me paroît donc que ces différences indiquées par M. Muller ne suffisent pas pour séparer la tourmaline du Brésil des deux autres, et que toutes trois doivent être regardées comme des produits de différens schorls, qui peuvent varier et varient en effet beaucoup par les couleurs, la densité, la fusibilité, ainsi que par la forme de cristallisation.

Et ce qui démontre encore que ces tourmalines ont plus de rapport avec les schorls cristallisés en prismes qu'avec les zéolithes, c'est que M. Muller ne dit pas avoir trouvé des zéolithes dans le lieu d'où il a tiré ses tourmalines, et que M. Jaskevisch y a trouvé du schorl vert.

PIERRES DE CROIX.

On observe dans quelques-uns des faisceaux ou groupes cristallisés des schorls, une disposition dans leurs aiguilles à se barrer et se croiser les unes les autres en tout sens, en toute direction, et sous toutes sortes d'angles. Cette disposition a son plein effet dans la *pierre de croix*, qui n'est qu'un groupe formé de deux ou quatre colonnes de schorl, opposées et croisées les unes sur les autres. Mais ici, comme dans toute autre forme, la Nature n'est point asservie à la régularité géométrique; les axes des branches croisées de cette pierre de croix ne se répondent presque jamais exactement; ses angles sont quelquefois droits, mais plus souvent obliques; il y a même plusieurs de ces pierres en losange, en croix de Saint-André. Ainsi cette forme ou disposition des colonnes dont cette cristallisation du schorl est composée, n'est point un phénomène particulier, mais rentre dans le fait général de l'incidence oblique

ou directe des rayons du schorl les uns sur les autres. Les prismes dont les branches de la pierre de croix sont formées, sont quadrangulaires, rhomboïdaux, et souvent deux de leurs bords sont tronqués. On trouve communément ces pierres dans le schiste micacé, et la plupart paroissent incrustées de mica : peut-être même ce mica est-il entré dans leur composition, et en a-t-il déterminé la forme ; car cette pierre de croix est certainement un schorl de formation secondaire.

Mais il ne faut pas confondre ce schorl pierre de croix avec la *macle*, à laquelle on a donné quelquefois ce même nom, et que plusieurs naturalistes regardent comme un schorl, car nous croyons qu'elle appartient plutôt aux pétrificatious des corps organisés.

STALACTITES VITREUSES

NON CRISTALLISÉES.

Les cinq verres primitifs sont les matières premières, desquelles seules toutes les substances vitreuses tirent leur origine, et de ces cinq verres de nature il y en a trois, le quarz, le feld-*spath et le* schorl, dont les extraits sont transparens, et se présentent en formes cristallisées : les deux autres, savoir, le mica et le jaspe, ne produisent que des concrétions plus ou moins opaques, et même, lorsque les extraits du quarz, du feld-spath et du schorl, se trouvent mêlés à ceux du jaspe et du mica, ils perdent plus ou moins de leur transparence, et souvent ils prennent une entière opacité. Le même effet arrive lorsque les extraits transparens de ces premiers verres se trouvent mêlés de matières métalliques, qui, par leur essence, sont opaques : les stalactites transparentes du quarz, du feld-spath et du schorl, peuvent donc devenir plus ou moins obscures et tout-à-fait opaques, suivant la grande ou petite quantité de matières étrangères qui s'y seront mêlées ; et comme les combinaisons de ces mélanges hétérogènes sont en nombre infini, nous ne pouvons saisir, dans cette immense variété, que les principales différences de leurs résultats, et en présenter ici les degrés les plus apparens entre lesquels on pourra supposer toutes les nuances intermédiaires et successives.

En examinant les matières pierreuses sous ce point de vue,

nous remarquerons d'abord que leurs extraits peuvent se produire de deux manières différentes : la première, par une exsudation lente des parties atténuées au point de la dissolution ; et la seconde, par une stillation abondante et plus prompte de leurs parties moins atténuées et non dissoutes : toutes se rapprochent, se réunissent, et prennent de la solidité à mesure que leur humidité s'évapore. Mais on doit encore observer que toutes ces particules pierreuses peuvent se déposer dans des espaces vides, ou dans des cavités remplies d'eau : si l'espace est vide, le suc pierreux n'y formera que des incrustations ou concrétions en couches horizontales ou inclinées, suivant les plans sur lesquels il se dépose ; mais lorsque ce suc tombe dans des cavités remplies d'eau, où les molécules qu'il tient en dissolution peuvent se soutenir et nager en liberté, elles forment alors des cristallisations qui, quoique de la même essence, sont plus transparentes et plus pures que les matières dont elles sont extraites.

Toutes les pierres vitreuses que nous avons ci-devant indiquées, doivent être regardées comme des stalactites cristallisées du quarz, du feld-spath et du schorl purs, ou seulement mêlés les uns avec les autres, et souvent teints de couleurs métalliques : ces stalactites sont toujours transparentes lorsque les sucs vitreux ont toute leur pureté ; mais pour peu qu'il y ait mélange de matière étrangère, elles perdent en même temps partie de leur transparence et partie de leur tendance à se cristalliser, en sorte que la Nature passe par degrés insensibles de la cristallisation distincte à la concrétion confuse, ainsi que de la parfaite diaphanéité à la demi-transparence et à la pleine opacité. Il y a donc une gradation marquée dans la succession de toutes ces nuances, et bien prononcée dans les termes extrêmes : les stalactites transparentes sont presque toutes cristallisées, et au contraire la plupart des stalactites opaques n'ont aucune forme de cristallisation ; et l'on en trouve la raison dans la loi générale de la cristallisation, combinée avec les effets particuliers des différens mélanges qui la font varier ; car la forme de toute cristallisation est le produit d'une attraction régulière et uniforme entre des molécules homogènes et similaires ; et ce qui produit l'opacité dans les extraits des sucs pierreux, n'est que le mélange de quelque substance hétérogène, et spécialement de la matière métallique, non simplement étendue en teinture comme dans les pierres transparentes et colorées, mais incorporée et mêlée en substance massive avec la matière pierreuse : or la puissance attractive de ces molécules métalliques suit une autre loi que celle sous laquelle les molécules pierreuses s'attirent

et tendent à se joindre; il ne peut donc résulter de ce mélange qu'une attraction confuse dont les tendances diverses se font réciproquement obstacle, et ne permettent pas aux molécules de prendre entre elles aucune ordonnance régulière; et il en est de même du mélange des autres matières minérales ou terreuses, trop hétérogènes pour que les rapports d'attraction puissent être les mêmes, ou se combiner ensemble dans la même direction, sans se croiser et nuire à l'effet général de la cristallisation et de la transparence.

Afin que la cristallisation s'opère, il faut donc qu'il y ait assez d'homogénéité entre les molécules pour qu'elles concourent à s'unir sous une loi d'affinité commune, et en même temps on doit leur supposer assez de liberté pour qu'obéissant à cette loi, elles puissent se chercher, se réunir et se disposer entre elles dans le rapport combiné de leur figure propre avec leur puissance attractive : or, pour que les molécules aient cette pleine liberté, il leur faut non-seulement l'espace, le temps et le repos nécessaires, mais il leur faut encore le secours ou plutôt le soutien d'un vehicule fluide dans lequel elles puissent se mouvoir sans trop de résistance, et exercer avec facilité leurs forces d'attraction réciproques : tous les liquides, et même l'air et le feu, comme fluides, peuvent servir de soutien aux molécules de la matière atténuée au point de la dissolution. Le feu primitif fut le fluide dans lequel s'opéra la cristallisation du feld-spath et du schorl; la cristallisation des régules métalliques s'opère de même à nos feux, par le rapprochement libre des molécules du métal en fusion par le fluide igné. De semblables effets doivent se produire dans le sein des volcans; mais ces cristallisations produites par le feu sont en très-petit nombre en comparaisons de celles qui sont formées par l'intermède de l'eau : c'est en effet cet élément qui, dans l'état actuel de la Nature, est le grand instrument et le véhicule propre de la plupart des cristallisations. Ce n'est pas que l'air et les vapeurs aqueuses ne soient aussi, pour les substances susceptibles de sublimation, des véhicules également propres, et des fluides très-libres où leur cristallisation peut s'opérer avec toute facilité; et il paroît qu'il se fait réellement ainsi un grand nombre de cristallisations des minéraux renfermés et sublimés dans les cavités de la terre : mais l'eau en produit infiniment plus encore, et même l'on peut assurer que cet élément seul forme actuellement presque toutes les cristallisations des substances pierreuses, vitreuses ou calcaires.

Mais une seconde circonstance essentielle à laquelle il paroît

qu'on n'a pas fait attention, c'est qu'aucune cristallisation ne peut se faire que dans un bain fluide, toujours égal et constamment tranquille, dans lequel les molécules dissoutes nagent en liberté; et pour que l'eau puisse former ce bain, il est nécessaire qu'elle soit contenue en assez grande quantité et en repos dans des cavités qui en soient entièrement ou presque entièrement remplies. Cette circonstance d'une quantité d'eau qui puisse faire un bain, est si nécessaire à la cristallisation, qu'il ne seroit pas possible, sans cela, d'avoir une idée nette des effets généraux et particuliers de cette opération de la Nature : car la cristallisation, comme on vient de le voir, dépend en général de l'accession pleinement libre des molécules les unes vers les autres, et de leur transport dans un équilibre assez parfait pour qu'elles puissent s'ordonner sous la loi de leur puissance attractive; ce qui ne peut s'opérer que dans un fluide abondant et tranquille : et de même, il ne seroit pas possible de rendre raison de certains effets particuliers de la cristallisation, tels, par exemple, que le jet en tout sens des aiguilles dans un groupe de cristal de roche, sans supposer un bain ou masse d'eau dans laquelle puisse se former ce jet de cristallisation en tout sens; car si l'eau tombe de la voûte, ou coule le long des parois d'une cavité vide, elle ne produira que des concrétions ou *guhrs*, nécessairement étendus et dirigés dans le seul sens de l'écoulement de l'eau, qui se fait toujours de haut en bas. Ainsi cet effet particulier du jet des cristaux en tout sens, aussi bien que l'effet général et combiné de la réunion des molécules qui forment la cristallisation, ne peuvent donc avoir lieu que dans un volume d'eau qui remplisse presque entièrement pendant un long temps la capacité du lieu où se produisent les cristaux. Les anciens avoient remarqué, avant nous, que les grandes mines de cristal ne se trouvent que vers les hauts sommets des montagnes, près des neiges et des glaces, dont la fonte, qui se fait continuellement en dessous par la chaleur propre de la terre, entretient un perpétuel écoulement dans les fentes et les cavités des rochers; et on trouve même encore aujourd'hui, en ouvrant ces cavités auxquelles on donne le nom de *cristallières*, des restes de l'eau dans laquelle s'est opérée la cristallisation : ce travail n'a cessé que quand cette eau s'est écoulée, et que les cavités sont demeurées vides.

Les spaths cristallisés dans les fentes et cavités des bancs calcaires se sont formés de la même manière que les cristaux dans les rochers vitreux : la figuration de ces spaths en rhombes, leur position en tout sens, ainsi que le mécanisme par lequel leurs lames

se sont successivement appliquées les unes aux autres, n'exigent pas moins la fluctuation libre des molécules calcaires dans un fluide qui leur permette de s'appliquer dans tous les sens, suivant les lois de leur attraction respective. Ainsi toute cristallisation, soit dans les matières vitreuses, soit dans les substances calcaires, suppose nécessairement un fluide ambiant et tranquille, dans lequel les molécules dissoutes soient soutenues et puissent se rapprocher en liberté.

Dans les lieux vides, au contraire, où les eaux stillantes tombent goutte à goutte des parois et des voûtes, les sucs vitreux et calcaires ne forment ni cristaux ni spaths réguliers, mais seulement des concrétions ou congélations, lesquelles n'offrent qu'une ébauche et des rudimens de cristallisation : la forme de ces congélations est en général arrondie, tubulée, et ne présente ni faces planes, ni angles réguliers, parce que les particules dont elles sont composées ne nageant pas librement dans le fluide qui les charrie, elles n'ont pu dès-lors se joindre uniformément, et n'ont produit que des agrégats confus sous mille formes indéterminées.

Après cet exposé, que j'ai cru nécessaire pour donner une idée nette de la manière dont s'opère la cristallisation, et faire sentir en même temps la différence essentielle qui se trouve entre la formation des concrétions et des cristallisations, nous concevrons aisément pourquoi la plupart des stalactites dont nous allons donner la description, ne sont pas des cristallisations, mais des *concrétions* demi-transparentes ou opaques, qui tirent également *leur origine* du quarz, du feld-spath et du schorl.

AGATES.

Parmi les pierres demi-transparentes, les agates, les cornalines et les sardoines tiennent le gremier rang; ce sont, comme les cristaux, des stalactites quarzeuses, mais dans lesquelles le suc vitreux n'a pas été assez pur ou assez libre pour se cristalliser et prendre une entière transparence. La densité de ces pierres [1], leur dureté,

[1] Pesanteur spécifique du quarz. 26446.
— du cristal de roche d'Europe. 26548.
— de l'agate orientale. . . . . . 26901.
— de l'agate nuée. . . . . 26253.
— de l'agate ponctuée. . . . . . 26070.
Pesanteur spécifique de l'agate tachée. . . . . 26324.
— de l'agate veinée. . . . . . . 26667.
— de l'agate onyx. . . . . 26375.
— de l'agate herborisée. . . . . 25891.

leur résistance au feu et à l'action des acides, sont à très-peu près les mêmes que celles du quarz et du cristal de roche; la très-petite différence qui se trouve en moins dans leur pesanteur spécifique, relativement à celle du cristal, peut provenir de ce que leurs parties constituantes n'étant pas aussi pures, n'ont pu se rapprocher d'aussi près : mais le fond de leur substance est de la même essence que celle du quarz; ces pierres en ont toutes les propriétés, et même la demi-transparence, en sorte qu'ellles ne diffèrent des quarz de seconde formation que par les couleurs dont elles sont imprégnées, et qui proviennent de la dissolution de quelque matière métallique qui s'est mêlée avec le suc quarzeux : mais, loin d'en augmenter la masse par un mélange intime, cette matière étrangère ne fait qu'en étendre le volume en empêchant les parties quarzeuses de se rapprocher autant qu'elles se rapprochent dans les cristaux.

Les agates n'affectent pas autant que les cailloux la forme globuleuse; elles se trouvent ordinairement en petits lits horizontaux ou inclinés, toujours assez peu épais et diversement colorés : et l'on ne peut douter que ces lits ne soient formés par la stillation des eaux, car on a observé dans plusieurs agates des gouttes d'eau très-sensibles; d'ailleurs elles ont les mêmes caractères que tous les autres sédimens de la stillation des eaux. On donne le nom d'*onyx* à celles qui présentent différentes couleurs en couches ou zones bien distinctes : dans les autres, les couches sont moins apparentes, et les couleurs sont plus brouillées, même dans chaque couche, et il n'y a aucune agate, si ce n'est en petit volume, dont la couleur soit uniforme et la même dans toute son épaisseur; ce qui prouve que la matière dont les agates sont formées, n'est pas simple, et que le quarz, qui domine dans leur composition, est mêlé de parties terreuses ou métalliques qui s'opposent à la cristallisation, et donnent à ces pierres les diverses couleurs et les teintes variées qu'elles nous présentent à la surface et dans l'intérieur de leur masse.

Lorsque le suc vitreux qui forme les agates se trouve en liberté

Pesanteur spécifique de l'agate mousseuse. . . . . 25991.	Pesanteur spécifique de la cornaline en stalactite. . . . . 25977.
— de l'agate jaspée. . . . . . . 26356.	— de la sardoine. . . . . 26025.
— de la cornaline. . . . . 26137.	— de la sardoine pâle. . . . . . 26060.
— de la cornaline pâle. . . . . 26301.	— de la sardoine ponctuée. . . 26215.
— de la cornaline ponctuée. . . 26170.	— de la sardoine veinée. . . . . 25951.
— de la cornaline veinée. . . . 26234.	— de la sardoine onyx. . . . . . 25949.
— de la cornaline onyx. . . . . 26227.	— de la sardoine herborisée. . 25988.
— de la cornaline herborisée. . 26133.	— de la sardoine noirâtre. . . . 26284.

(Voyez la Table de M Brisson.)

dans un espace vide, il tombe sur le sol, ou s'attache aux parois de cette cavité, et y forme quelquefois des masses d'un assez grand volume : il prend les mêmes formes que prennent toutes les autres concrétions ou stalactites; mais lorsqu'il rencontre des corps figurés et poreux, comme des os, des coquilles ou des morceaux de bois dont il peut pénétrer la substance, ce suc vitreux produit, comme le suc calcaire, des pétrifications qui conservent et présentent, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, la forme de l'os, de la coquille et du bois.

Quoique les lapidaires, et d'après eux nos naturalistes, aient avancé qu'on doit distinguer les agates en *orientales* et *occidentales*, il est néanmoins très-certain qu'on trouve dans l'Occident, et notamment en Allemagne, d'aussi belles agates que celles qu'on dit venir de l'Orient; et de même il est très-sûr qu'en Orient la plupart des agates sont entièrement semblables à nos agates d'Europe : on peut même dire qu'on trouve de ces pierres dans toutes les parties du monde, et dans tous les terrains où le quarz et le granite dominent, au nouveau continent comme dans l'ancien, et dans les contrées du Nord comme dans celles du Midi. Ainsi la distinction d'*orientale* et d'*occidentale* ne porte pas sur la différence du climat, mais seulement sur celle de la netteté et de l'éclat de certaines agates plus belles que les autres; néanmoins l'essence de ces belles agates est la même que celle des agates communes : car leur pesanteur spécifique et leur dureté sont aussi à peu près les mêmes [1].

L'agate, suivant Théophraste, prit son nom du fleuve *Achates* en Sicile, où furent trouvées les premières agates : mais l'on ne tarda pas à en découvrir en diverses autres contrées; et il paroît que les anciens connurent les plus belles variétés de ces pierres, puisqu'ils les avoient toutes dénommées [2], et que même dans ce nombre il en est quelques-unes qui semblent ne se plus trouver aujourd'hui [3]. Quant aux prétendues agates odorantes dont par-

---

[1] Voyez ci-dessus la Table des pesanteurs spécifiques des diverses agates.

[2] *Phassacates, cerachates, sardachates, hæmachates, leucachates, dendrachates, corallachates*, etc.

[3] Entre autres celle qui, selon Pline, étoit *parsemée de points d'or* (à moins que ce ne soit l'aventurine), comme le *lapis* (Pline dit le *saphir*; mais nous verrons ci-après que son *saphir* est notre *lapis*), « et se trouvoit abondamment « dans l'île de Crète; celles de Lesbos et de Messène, ainsi que du mont Œta et « du mont Parnasse, qui, par l'éclatante variété de leurs couleurs, sembloient « le disputer à l'émail des fleurs champêtres; celle d'Arabie, qui, excepté sa « dureté, avoit toute l'apparence de l'ivoire et en offroit toute la blancheur. » (Pline, liv. XXXVII, n°. 54.)

lent ces mêmes anciens [1], ne doit-on pas les regarder comme des bitumes concrets, de la nature du jayet, auquel on a quelquefois donné, quoique très-improprement, le nom d'*agate noire?* Ce n'est pas néanmoins que ces sucs bitumineux ne puissent s'être insinués, comme substance étrangère, ou même être entrés, comme parties colorantes, dans la pâte vitreuse des agates, lors de leur concrétion. M. Dutens assure, à ce sujet, que si l'on racle dans les agates herborisées les linéamens qui en forment l'herborisation, et qu'on en jette la poudre sur des charbons ardens, elle donne de la fumée avec une odeur bitumineuse. Et à l'égard de ces accidens ou jeux d'herborisations qui rendent quelquefois les agates singulières et précieuses, on peut voir ce que nous en dirons ci-après, à l'article des cailloux.

CORNALINE.

Comme les agates d'une seule couleur sont plus rares que les autres, on a cru devoir leur donner des noms particuliers. On appelle *cornalines* celles qui sont d'un rouge pur; *sardoines*, celles dont la couleur est jaune ou d'un rouge mêlé de jaune; *prases*, les agates vertes; et *calcédoines*, les agates blanches ou d'un blanc bleuâtre.

Quoique le nom de *cornaline*, que l'on écrivoit autrefois *carnéole*, paroisse désigner une pierre couleur de chair, et qu'en effet il se trouve beaucoup de ces agates couleur de chair ou rougeâtres, on reconnoît néanmoins la vraie cornaline à sa teinte d'un rouge pur, et à la transparence qui ajoute à son éclat. Les plus belles cornalines sont celles dont la pâte est la plus diaphane, et dont le rouge a le plus d'intensité; et de ce rouge intense jusqu'au rouge clair et couleur de chair, on trouve toutes les nuances intermédiaires dans ces pierres.

La cornaline n'est donc qu'une belle agate plus ou moins rouge; et la matière métallique qui lui donne cette couleur, n'augmente pas sa densité, et ne lui ôte pas sa transparence: c'est ce qui la

[1] *Aromatites et ipsa in Arabia traditur gigni, sed et in Ægypto circa Pyras, ubique lapidosa et myrrhæ coloris et odoris, ob hoc reginis frequentata.* (Plin. *loco cit.*) Et auparavant il avoit dit, *autachates, cùm uritur, myrrham redolens.*

distingue des cailloux rouges opaques, qui sont, en général, de même essence que les agates, mais dont la substance est moins pure, et a reçu sa teinture par des parties métalliques plus grossières et moins atténuées. Ce sont les rouilles ou chaux de fer, de cuivre, etc., plus ou moins dissoutes, qui donnent la couleur à ces pierres; et l'on trouve toutes les nuances de couleur, et même toutes les couleurs différentes, dans les cailloux aussi bien que dans les agates. Il y a même plusieurs *agates-onyx* dont les différens lits présentent successivement de l'agate blanche ou noire, de la calcédoine, de la cornaline, etc. On recherche ces onyx pour en faire des camées; les plus beaux sont ceux dont les reliefs sont de cornaline sur un fond blanc.

Il en est des belles cornalines comme des belles agates; elles sont aussi rares que les autres sont communes. On trouve souvent des stalactites de cornalines en mamelons accumulés, et en assez grand volume; mais ces cornalines sont ordinairement impures, peu transparentes, et d'un rouge faux ou terne. On connoît aussi des agates qui sont ponctuées, et comme semées de particules de cornaline, formant de petits mamelons rouges dans la substance de l'agate; et certaines cornalines sont elles-mêmes semées de points d'un rouge plus vif que celui de leur pâte : mais la nature de toutes ces pierres est absolument la même; et l'on trouve des cornalines dans la plupart des lieux d'où l'on tire les agates, soit en Asie, soit en Europe, et dans les autres parties du monde.

SARDOINE.

La sardoine ne diffère de la cornaline que par sa couleur, qui n'est pas d'un rouge pur, mais d'un rouge orangé, et plus ou moins mêlé de jaune; néanmoins cette couleur orangée de la sardoine, quoique moins vive, est plus suave, plus agréable à l'œil, que le rouge dur et sec de la cornaline : mais comme ces pierres sont de la même essence, on passe par nuances de l'orangé le plus foible au rouge le plus intense, c'est-à-dire, de la sardoine la moins jaune à la cornaline la plus rouge; et l'on ne distingue pas l'une de l'autre dans les teintes intermédiaires entre l'orangé et le rouge : car ces deux pierres ont la même transparence, et leur densité, leur dureté et toutes leurs autres propriétés sont les mêmes; enfin

toutes deux ne sont que de belles agates teintes par le fer en dissolution.

La sardoine est très-anciennement connue; Mithridate avoit, dit-on, ramassé quatre mille échantillons de cette pierre, dont le nom, suivant certains auteurs, vient de celui de l'île de Sardaigne, où il s'en trouvoit en assez grande quantité. Il paroît que cette pierre étoit en grande estime chez les anciens; elle est en effet plus rare que la cornaline, et se trouve rarement en aussi grand volume.

PRASE.

Cette pierre a été aussi célébrée par les anciens; c'est une agate verte ou verdâtre, souvent tachée de blanc, de jaunâtre, de brun, et qui est quelquefois aussi transparente que les belles agates, dont elle ne diffère que par le nom. Les prases ne sont pas fort communes; cependant on en trouve non-seulement en Asie, mais en Europe, et particulièrement en Silésie. M. Lehman a donné l'histoire et la description de cette prase de Silésie, ainsi que de la chrysoprase du même pays, qui n'est qu'une prase dont la couleur verte est mêlée de jaune. Ce savant minéralogiste dit qu'on trouve les prases et les chrysoprases dans une terre argileuse verte, et souvent mêlée d'opales, de calcédoines et d'asbeste; et comme elles sont à très-peu près de la même pesanteur spécifique [1], et qu'elles ont la même dureté et prennent le même poli que les agates, on doit les mettre au nombre des agates colorées : la cornaline l'est de rouge, la sardoine de jaune orangé, et la prase l'est de vert. M. Demeste pense que cette couleur verte de la prase provient du mélange du cobalt, parce que cette pierre étant fondue avec deux parties de borax, elle produit un beau verre bleu ; mais peut-être cette couleur bleue provient du borax, qui, comme je l'ai dit [2], contient des parties métalliques. On pourroit s'assurer du fait en fondant la prase sans borax; car si elle donnoit également un verre bleu, l'opinion de Demeste seroit pleinement confirmée : mais il est à croire que la prase seroit, comme l'agate, très-réfractaire au

[1] La pesanteur spécifique de l'agate orientale est de 25091, et celle de la prase est de 25805.

[2] Voyez l'article du *borax*, page 328.

feu, et qu'on ne pourroit la fondre sans addition, soit du borax ou d'un autre fondant; et dans ce cas, il faudroit employer un fondant purement salin qui ne contînt pas, comme le borax, des parties métalliques.

Au reste, quelques naturalistes ont donné le nom de *prase* à la prime d'émeraude, qui n'est point une agate, mais un cristal vert, défectueux, inégalement coloré, et dont certaines parties plus parfaites que les autres sont de veritables et belles émeraudes : le nom de *prase* a donc été mal appliqué à cette substance, qui n'est qu'une émeraude imparfaite, assez bien désignée par la dénomination de *prime* ou *matrice d'émeraude*.

ONYX.

Le nom d'*onyx* [1], qu'on a donné de préférence aux agates dont les lits sont de couleurs différentes, pourroit s'appliquer assez généralement à toutes les pierres dont les couches superposées sont de diverses substances ou de couleurs différentes. Théophraste a caractérisé l'onyx, en disant qu'elle est variée alternativement de blanc et de brun : mais il faut observer que quelquefois les anciens ont donné improprement le nom d'*onyx* à l'albâtre; et c'est faute de l'avoir remarqué que plusieurs modernes se sont perdus dans leurs conjectures au sujet de l'onyx des anciens, ne pouvant concilier des caractères qui en effet appartiennent à des substances très-différentes.

De quelque couleur que soient les couches ou zones dont sont composées les onyx, pourvu que ces mêmes couches aient une certaine régularité, la pierre n'en est pas moins de la classe des onyx, à moins cependant qu'elles ne soient rouges; car alors la pierre prend le nom de *sardonyx* ou *sardoine-onyx :* ainsi la disposition des couleurs en couches ou zones fait le principal caractère des onyx, et les distingue des agates simples, qui sont bien

[1] *Onyx*, en grec, signifie *ongle ;* et l'imagination des Grecs n'étoit pas restée en défaut sur cette dénomination, pour lui former une origine élégante et mythologique. « Un jour, disoient-ils, l'Amour trouvant Vénus endormie, lui coupa les « ongles avec le fer d'une de ses flèches, et s'envola : les rognures tombèrent sur « le sable du rivage de l'Inde ; et comme tout ce qui provient d'un corps céleste « ne peut pas périr, les Parques les ramassèrent soigneusement, et les changèrent « en cette sorte de pierre qu'on appelle *onyx*. »

de la même nature, et peuvent offrir les mêmes couleurs, mais confuses, nuées ou disposées par taches et par veines irrégulières.

Il y a des jaspes, des cailloux opaques, et même des pierres à fusil, dans lesquels on voit des lits ou des veines de couleurs différentes, et qu'on peut mettre au nombre des onyx. Ordinairement les agates-onyx, qui de toutes les pierres onyx sont les plus belles, n'ont néanmoins que peu de transparence, parce que les couches brunes, noires ou blanches et bleuâtres de ces agates, sont presque opaques, et ne laissent pas apercevoir la transparence du fond de la pierre sur laquelle ces couches sont superposées parallèlement ou concentriquement, et presque toujours avec une épaisseur égale dans toute l'étendue de ces couches. Il y a aussi des onyx que l'on appelle *agates œillées*, et que les anciens avoient distinguées par des dénominations propres : ils nommoient *triophthalmos* et *lycophthalmos*, celles qui présentoient la forme de trois ou quatre petits yeux rouges, et donnoient le nom d'*horminodes* à une agate qui présentoit un cercle de couleur d'or, au centre duquel étoit une tache verte.

Les Grecs[1], qui ont excellé dans tous les beaux arts, avoient porté à un haut point de perfection la gravure en creux et en relief sur les pierres; ils recherchoient les belles agates-onyx pour en faire des camées; il nous reste plusieurs de ces pierres gravées dont nos connoisseurs ne peuvent se lasser d'admirer la beauté du travail, la correction du dessin, la netteté et la finesse du trait dans le relief, qui se détache si parfaitement du fond de la pierre qu'on le croiroit fait à part et ensuite collé sur cette même pierre : ils choisissoient pour ces beaux camées les onyx blanches et rouges, ou de deux autres couleurs qui tranchoient fortement l'une sur l'autre. Il y a plusieurs agates qui n'ont que deux couches ou lits de couleurs différentes : mais on en connoît d'autres qui ont trois et même quatre lits bien distincts, du brun profond et noir, du blanc mat, du bleu noir, et du jaune rougeâtre; ces onyx de trois et quatre couleurs sont plus rares, et sont en plus petit volume que celles de deux couleurs, qui se trouvent communément avec les autres agates. Les anciens tiroient de l'Egypte les plus belles onyx,

[1] Plusieurs artistes grecs s'immortalisèrent par la gravure sur pierres fines. Pline nomme Apollonide, Cronius, Dioscoride qui grava la tête d'Auguste, laquelle servit de sceau aux Césars : mais le premier de ces artistes, ajoute-t-il, fut Pyrgotèle; et Alexandre, par le même édit où il défendoit à tout autre qu'à Apelle de le peindre, et à tout autre qu'à Lysippe de modeler sa statue, n'accordoit qu'au seul Pyrgotèle l'honneur de graver son effigie. Voyez Pline, livre XXXVII, nº. 4.

et aujourd'hui l'on en trouve dans plusieurs provinces de l'Orient, et particulièrement en Arabie.

CALCÉDOINE.

La calcédoine est encore une agate, mais moins belle que la cornaline, la sardoine et la prase ; elle est aussi moins transparente, et sa couleur est indécise, laiteuse et bleuâtre : cette pierre est donc fort au-dessous, non-seulement des cornalines et des sardoines, mais même des agates qui ne sont point laiteuses, et dont la demi-transparence est nette ; aussi donne-t-on le nom de *calcédoine* à toute agate dont la pâte est nuageuse et blanchâtre.

Les calcédoines en petites masses, grosses comme des lentilles ou des pois, sont très-communes et se trouvent en immense quantité : j'en ai vu par milliers dans des mines de fer en grains ; elles y étoient elles-mêmes en petits grains arrondis, qui paroissoient avoir été usés par le frottement dans leur transport par le mouvement des eaux : la plupart n'étoient donc que des débris de masses plus grandes ; car on trouve communément les calcédoines en stalactites d'un assez grand volume, tantôt mamelonnées, et tantôt en lames aplaties ; elles forment souvent la base des onyx, dans lesquelles on voit le lit de calcédoine surmonté d'un lit de cornaline ou de sardoine. Les calcédoines sont aussi quelquefois ondées ou ponctuées de rouge ou d'orangé, et se rapprochent par-là des cornalines et des sardoines ; mais les onyx les plus estimées, et dont on fait les plus beaux camées, sont celles qui, sur un lit d'agate purement blanche, portent un ou plusieurs lits de couleur rouge, orangée, bleue, brune ou noire, de couleurs, en un mot, dont les couches différentes tranchent vivement et nettement l'épaisseur de la pierre. Ordinairement la calcédoine est laiteuse, blanche ou bleuâtre, dans toute sa substance. On en trouve de cette sorte de très-gros et grands morceaux, qui paroissent avoir fait partie de couches épaisses et assez étendues : les plus beaux échantillons que nous en connoissions, ont été trouvés aux îles de Féroé, et l'on peut en voir un de six à sept pouces d'épaisseur au Cabinet du Roi. On distingue, dans ce morceau, des couches d'un blanc aussi mat et aussi opaque que de l'émail blanc, et d'autres qui prennent une demi-transparence bleuâtre. Dans d'autres morceaux, cette pâte bleuâtre offre des reflets et un cha-

toiement qui font ressembler ces calcédoines à des girasols, et les rapprochent de l'opale, laquelle semble participer en effet de la nature de la calcédoine, ainsi que nous l'avons dit à son article.

Au reste, les calcédoines mélangées de pâte d'agate commune, ou les agates mêlées de calcédoine, sont beaucoup plus communes que les calcédoines pures; de même que les agates, sardoines et cornalines pures, sont infiniment plus rares que les agates mêlées et brouillées de ces diverses pâtes colorées; car la substance vitreuse étant la même dans toutes les agates, et les parties métalliques ou terreuses colorantes ayant pu s'y mélanger de mille et mille manières, il n'est point étonnant que la Nature ait produit avec tant de variété les agates mêlées de diverses couleurs, tandis que les agates d'une seule couleur pure sans mélange, et d'une belle transparence, sont assez rares et toujours en très-petit volume.

PIERRE HYDROPHANE.

CETTE pierre se trouvant ordinairement autour de la calcédoine, doit être placée immédiatement après elle; toutes deux font corps ensemble dans le même bloc, et cependant diffèrent l'une de l'autre par des caractères essentiels : les naturalistes modernes ont nommé cette pierre *oculus mundi*, et ils me paroissent s'être mépris lorsqu'ils l'ont mise au nombre des agates ou calcédoines; car cette pierre hydrophane n'a point de transparence, elle est opaque et moins dure que l'agate, et elle en diffère par la propriété particulière de devenir transparente, et même diaphane, lorsqu'on la laisse tremper pendant quelque temps dans l'eau : nous lui donnons, par cette raison, le nom de pierre *hydrophane*. Cette propriété, qui suppose l'imbibition intime et prompte de l'eau dans la substance de la pierre, prouve en même temps que cette substance est d'une autre texture que celle des agates, dont aucune ne s'imbibe d'eau. Enfin ce qui démontre plus évidemment combien la structure ou la composition de cette pierre *hydrophane* diffère de celle des agates ou calcédoines, c'est la grande différence qui se trouve dans le rapport de leurs densités [1] : celle de l'hydrophane n'est que d'environ 23,000, tandis que celle des agates et calcé-

[1] La pesanteur spécifique de l'agate est de 25901, et celle de la pierre *oculus mundi* ou hydrophane n'est que de 22950. (Table de M. Brisson.)

doines est de 26 à 27,000. Il est vrai que la substance de toutes deux est quarzeuse; mais la texture de l'hydrophane est poreuse comme une éponge, et celle des agates et calcédoines est solide et pleine : on ne doit donc regarder cette pierre hydrophane et poreuse que comme un agrégat de particules ou grains quarzeux qui ne se touchent que par des points, et laissent entre eux des interstices continus qui font la fonction de tuyaux capillaires, et attirent l'eau jusque dans l'intérieur et au centre de la pierre; car sa transparence s'étend et augmente à mesure qu'on la laisse plus long-temps plongée dans l'eau : elle ne devient même entièrement diaphane qu'après un assez long séjour, soit dans l'eau pure, soit dans toute autre liqueur; car le vin, le vinaigre, l'esprit-de-vin, et même les acides minéraux, produisent sur cette pierre le même effet que l'eau; ils la rendent transparente sans la dissoudre ni l'entamer; ils n'en dérangent pas la texture, et ne font qu'en remplir les pores, dont ensuite ils s'exhalent par le seul desséchement; elle acquiert donc ou perd du poids, à mesure que le liquide la pénètre ou l'abandonne en s'exhalant, et l'on a observé que les liquides aidés de la chaleur la pénètrent plutôt que les liquides froids.

Cette pierre, qui n'étoit pas connue des anciens, n'avoit pas encore de nom dans le siècle dernier : il est dit dans les *Éphémérides d'Allemagne,* année 1672, qu'un lapidaire qui avoit trois de ces pierres, en fit présent d'une au consul de Marienbourg, et la lui donna comme une pierre précieuse qui n'avoit *point de nom ;* l'une de ces pierres, ajoute le relateur, étoit encore dans sa gangue de quarz : celle qui fut donnée au consul de Marienbourg, n'étoit que de la grosseur d'un pois et d'une couleur de cendre; elle étoit opaque, et lorsqu'elle fut plongée dans l'eau, elle commença, au bout de six minutes, à paroître diaphane par les bords; elle devint d'un jaune d'ambre; elle passa ensuite du jaune à la couleur d'améthyste, au noir, au blanc, et enfin elle prit une couleur obscure, nébuleuse, et comme enfumée; tirée de l'eau, elle revint à son premier état d'opacité, après s'être colorée successivement, et dans un ordre inverse, des mêmes teintes qu'elle avoit prises auparavant dans l'eau. Je dois remarquer qu'on n'a pas vu cette succession de couleurs sur les pierres qui ont été observées depuis; elles ne prennent qu'une couleur et la conservent tant qu'elles sont imbibées d'eau.

M. Gerhard, savant académicien de Berlin, a fait beaucoup d'observations sur cette pierre hydrophane; il dit avec raison qu'elle forme l'écorce qui environne les opales et les calcédoines

d'Islande et de Féroé, et qu'on la trouve également en Silésie, où elle constitue l'écorce brunâtre et jaunâtre de la *chrysoprase*. D'après les expériences chimiques que M. Gerhard a faites sur cette pierre, il croit qu'elle est composée de deux tiers d'alun sur un tiers de terre vitrifiable et de matière grasse. Mais ce savant auteur ne nous dit pas quelle est cette matière grasse : on peut lui demander si c'est de la graisse, de l'huile, ou de l'eau-mère de sel? et ces deux tiers d'alun sont-ils de l'alun pur, ou seulement de la terre alumineuse? Quoi qu'il en soit, il nous apprend qu'il a fait la découverte d'une pierre en Silésie, qui présente les mêmes phénomènes que celle-ci. « Cette pierre, dit-il, est foiblement trans-« parente : mais plongée dans l'eau elle le devient complétement; « il lui faut seulement plus de temps pour acquérir toute sa « transparence. » De plus, par les recherches particulières que M. Gerhard a faites de ces pierres *hydrophanes*, il assure en avoir vu qui avoient jusqu'à deux pouces un quart de longueur sur un pouce un huitième de largeur, et plus d'un pouce d'épaisseur par un bout, et il dit qu'on les trouve dans la matière intercalée entre les couches des calcédoines de l'île de Féroé.

Il est vrai que toutes ces pierres hydrophanes ne sont pas également susceptibles de prendre, à volume égal, le même degré de transparence : les unes deviennent bien plus diaphanes, ou le deviennent en bien moins de temps que les autres; il y en a qui changent de couleur, et qui de grises deviennent jaunes par l'imbibition de l'eau : mais nous avons vu plusieurs de ces pierres dont les unes étoient grises, les autres rougeâtres, d'autres verdâtres, et qui ne changeoient pas sensiblement de couleur dans l'eau où elles prenoient une assez belle transparence. M. le docteur Titius, savant naturaliste, et directeur du Cabinet d'histoire naturelle à Dresde, m'a fait voir quelques-unes de ces pierres, et m'a confirmé le fait avancé par M. Gerhard, que l'*hydrophane* grise est une matière qui se trouve intercalée entre les couches de la calcédoine; M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, a vérifié ce fait en réduisant à une petite épaisseur quelques-unes des couches opaques grises ou blanches qui se trouvent souvent entre les couches des calcédoines. Il y a aussi toute apparence que cette même matière sert quelquefois d'enveloppe, et recouvre la couche extérieure des calcédoines; car on a vu des hydrophanes grises qui avoient trop d'épaisseur pour qu'on puisse les regarder comme des couches de lames intercalées dans la petite masse des calcédoines. On peut aussi présumer qu'en recherchant sur les cornalines, sardoines et agates colorées, les couches opaques qui les en-

veloppent ou les traversent, on trouvera des hydrophanes de diverses couleurs, rougeâtres, jaunâtres, verdâtres, semblables à celles que m'a montrées M. Titius; et je pense que cette matière qui fait la substance des hydrophanes, n'est que la portion la plus grossière du suc vitreux qui forme les agates : comme les parties de cette matière ne sont pas assez atténuées, elles ne peuvent se réunir d'assez près pour prendre la demi-transparence et la dureté de l'agate; elles forment une substance opaque, poreuse et friable, à peu près comme le grès. Ce sont en effet de petits grains quarzeux réunis plutôt que dissous, qui laissent entre eux des vides continus et tortueux en tout sens, et dans lesquels la lumière s'éteint et ne peut passer que quand ils sont remplis d'eau : la transparence n'appartient donc pas à la pierre hydrophane, et ne provient uniquement que de l'eau qui fait alors une partie majeure de sa masse; et je suis persuadé qu'en faisant la même épreuve sur des grès amincis, on les rendroit hydrophanes par leur imbibition dans l'eau. Il n'est donc pas nécessaire de recourir, avec M. Gerhard, à la supposition d'une terre mêlée de matière grasse, pour rendre raison de la transparence que ces pierres acquièrent par leur immersion et leur séjour dans l'eau ou dans tout autre liquide transparent.

PÉTRO-SILEX.

Le premier caractère apparent du pétro-silex est une demi transparence grasse, qu'on peut comparer à celle du miel ou de l'huile figée; il me semble que ce caractère n'éloigne pas le pétro-silex du quarz gras : mais, considérant toutes ses autres propriétés, je crois qu'on peut le regarder comme un quarz de seconde formation mêlé d'une certaine quantité de feld-spath; car la densité du pétro-silex est presque exactement la même que celle du quarz gras et du feld-spath blanc [1]. Sa dureté est aussi la même que celle de ces deux verres primitifs; et comme, selon M. Darcet, le pétro-silex est fusible à un feu violent, cette propriété semble indiquer que sa substance n'est pas de quarz pur, et qu'elle est mê-

[1] La pesanteur spécifique du quarz gras est de 26458, celle du feld-spath blanc est de 26466, et celle du pétro-silex blanc est de 26527.

lée d'une certaine quantité de feld-spath qui, sans rien changer à sa densité, lui donne cette fusibilité.

Le pétro-silex se trouve en petits et gros blocs, et même en assez grandes masses, dans les montagnes quarzeuses et graniteuses : sa demi-transparence le distingue des jaspes, avec lesquels il se rencontre quelquefois, et auxquels il ressemble souvent par les couleurs; car il y a des pétro-silex, comme des jaspes, de toutes teintes; elles sont seulement moins intenses et moins nettes dans le pétro-silex, et son poli, sans être gras comme sa transparence, n'est néanmoins pas aussi vif que celui des beaux jaspes.

Cette pierre est de seconde formation; elle se trouve dans les fentes et cavités des rochers vitreux : c'est une concrétion du quarz mêlé de feld-spath; et comme ces deux verres primitifs sont unis dans la substance des granites, le pétro-silex doit se trouver communément dans les montagnes graniteuses, telles que les Vosges en Lorraine, et les montagnes de Suède, où Vallerius dit qu'il y en a de blancs, de gris, de bruns, de rougeâtres, de verdâtres et de noirâtres; d'autres qui sont ondés alternativement de veines brunes et jaunes, ou grises et noirâtres; d'autres irrégulièrement tachés de ces différentes couleurs, etc.

JASPES.

Le jaspe étant un quarz pénétré d'une teinture métallique assez forte pour lui avoir ôté toute transparence, n'a pu produire que des stalactites opaques : aussi tous les jaspes, soit de première, soit de seconde formation, de quelque couleur qu'ils soient, n'ont aucune transparence s'ils sont purs, et ce n'est que quand les autres substances vitreuses s'y trouvent interposées qu'ils laissent passer de la lumière; ceux qu'on appelle *jaspes agatés,* ne sont, comme les agates jaspées, que des agrégations de petites parties d'agate et de jaspe, dont les premières sont à demi transparentes, et les dernières sont opaques.

Les jaspes primitifs n'ont ordinairement qu'une seule couleur verte ou rougeâtre, et l'on peut regarder tous ceux qui sont décolorés ou teints de couleurs diverses ou variées, comme des stalactites des premiers; et quoique ces jaspes de seconde formation soient en très-grand nombre, et qu'ils paroissent fort diffé-

rens les uns des autres, tous ont à peu près la même densité [1], et tous sont entièrement opaques.

Si l'on compare la table de la pesanteur spécifique des jaspes avec celle des pesanteurs spécifiques des quarz blancs ou colorés, on verra que les jaspes, de quelque couleur qu'ils soient, même les jaspes décolorés ou blanchâtres, sont généralement un peu plus denses que les quarz; ce qu'on ne peut guère attribuer qu'au mélange des parties métalliques qui sont entrées dans la composition des jaspes. De tous les métaux, le fer est le seul qui ait teint et pénétré les jaspes de première formation, parce qu'il s'est établi le premier avant tous les autres métaux sur le globe encore ardent, et qu'il étoit le seul métal capable d'en supporter la très-grande chaleur, lorsque la roche quarzeuse commençoit à se consolider; car, quoique certains minéralogistes aient attribué au cuivre la couleur des jaspes verts, on ne peut guère douter que cette couleur verte ne soit due au fer, puisque le jaspe primitif, et qui se trouve en très-grandes masses, est d'un assez beau vert : il paroît même que tous les jaspes secondaires, variés ou non variés de couleur, ont été teints par le fer; seulement il est à remarquer que ce métal, qui s'est mêlé en très-grande quantité dans les schorls pour former les grenats, n'est entré qu'en très-petite proportion dans les jaspes, puisque la pesanteur spécifique du plus pesant des jaspes est d'un tiers moindre que celle du grenat.

La matière du jaspe est, comme nous l'avons dit [2], *la base de* la substance des porphyres et des ophites, ou *serpentins, qu'il* ne faut pas confondre avec la serpentine, dans laquelle il n'entre point de jaspe, et qui n'est qu'une concrétion micacée [3].

Lorsque le suc cristallin du quarz est mêlé de parties ferrugineuses, ou qu'il tombe sur des matières qui contiennent du fer, la stalactite ou le produit qui en résulte, est de la nature du jaspe.

---

[1] Pesanteur spécifique du jaspe vert foncé. . . . . 26258.
— jaspe vert brun. . . . . 26814.
— jaspe rouge. . . . . 26612.
— jaspe rouge de sanguine. . . 26189.
— jaspe brun. . . . . 26911.
— jaspe violet. . . . . 27111.
— jaspe jaune. . . . . 27101.
— jaspe gris-blanc. . . . . 27640.
— jaspe noirâtre. . . . . 26719.
— jaspe nué. . . . . 27354.
— jaspe sanguin. . . . . 26277.

Pesanteur spécifique du jaspe héliotrope. . . . . 26330.
— jaspe veiné. . . . . 26955.
— jaspe fleuri rouge et blanc. . 26228.
— jaspe fleuri rouge et jaune. . 27500.
— jaspe fleuri vert et jaune. . . 26839.
— jaspe fleuri rouge, vert et gris. 27323.
— jaspe fleuri rouge, vert et jaune. . . . . 27492.
— jaspe universel. . . . . 25630.
— jaspe agaté. . . . . 26608.
— jaspe grossier ou sinople. . . 26913.

(Voyez les Tables de M. Brisson.)

[2] Voyez dans le deuxième volume de cette Histoire les articles du *jaspe*, page 612; et du *porphyre*, page 627.

[3] Voyez dans le volume suivant l'article de la *serpentine*.

On le reconnoît dans plusieurs cailloux, dans les bois pétrifiés, dans le sinople et autres jaspes grossiers qui sont de seconde formation; toute matière quarzeuse mêlée de fer en vapeur ou dissous, perd plus ou moins de transparence; et l'on reconnoît les jaspes à leur opacité, à la cassure terreuse, et à leur poli, qui n'est pas aussi vif que celui des agates et autres pierres vitreuses, dans lesquelles le fer n'est entré qu'en si petite quantité, qu'il ne leur a donné que de la couleur, et ne leur a point ôté la transparence; au lieu que, par son mélange en plus grande quantité ou en parties plus grossières, il a rendu les quarz entièrement opaques, et a formé des jaspes plus ou moins fins et de couleurs diverses, selon que le fer saisi par le suc quarzeux s'est trouvé dans différens états de décomposition ou de dissolution. Les jaspes fins se distinguent aisément des autres par leur beau poli, qui cependant n'est jamais aussi vif que celui des agates, cornalines, sardoines, et autres pierres quarzeuses transparentes ou demi-transparentes, lesquelles sont aussi plus dures que les jaspes.

Les jaspes d'une seule couleur sont les plus purs et les plus fins; ceux qui sont tachés, nués, ondés ou veinés, peuvent être regardés comme des jaspes impurs, et sont quelquefois mêlés de substances différentes: si ces taches ou veines sont transparentes, elles présentent le quarz dans son état de nature, ou dans son état d'agate; et s'il arrive que le feld-spath ou le schorl aient part à la composition de ces jaspes mixtes, ils deviennent fusibles [1], comme toutes les matières vitreuses qui sont mélangées de ces deux verres primitifs.

Le plus beau de tous les jaspes est le sanguin, qui, sur un vert plus ou moins bleuâtre, présente des points ou quelques petites taches d'un rouge vif de sang, et qui reçoit dans toutes ses dimensions un poli luisant et plus sec que celui des autres jaspes. Quelques-uns de nos nomenclateurs, qui cependant ne craignent pas de multiplier les espèces et les sortes, n'en ont fait qu'une du jaspe sanguin et du jaspe héliotrope, quoique Boëce de Boot les eût avertis d'avance que le jaspe sanguin ne prend le nom d'*héliotrope* que quand il est à demi transparent; ce qui suppose un jaspe mixte, dans lequel le suc cristallin du feld-spath est entré, et produit des reflets chatoyans, au lieu que le jaspe sanguin n'offre ni transparence ni chatoiement dans aucune de ses parties.

---

[1] C'est cette fusibilité de certains jaspes qui a fait croire mal à propos à quelques-uns de nos minéralogistes que les jaspes en général étoient fusibles et mêlés de chaux.

Les jaspes, et surtout ceux de seconde formation, ressemblent aux cailloux par leur opacité et par leur poli : mais ils en diffèrent par la forme, qui est rarement globuleuse comme celle des cailloux, et on les distinguera toujours en examinant leur cassure ; la fracture des jaspes paroît être terreuse et semblable à celle d'une argile desséchée, tandis que la fracture des cailloux est luisante comme celle du verre.

Les beaux jaspes héliotrope et sanguin nous viennent du Levant ; les Romains les tiroient de l'Égypte : mais les anciens comprenoient sous ce nom de *jaspes* plusieurs autres pierres qui ne leur ressembloient que par la couleur verte, telles que les primes d'émeraude, les prases ou agates verdâtres, etc.

Les voyageurs nous apprennent qu'on trouve de très-beaux jaspes à la Chine, au Japon, dans les terres du Catai, et de plusieurs autres provinces de l'Asie. Ils en ont aussi vu au Mexique.

En Europe, l'Allemagne est le pays où les jaspes se trouvent en plus grande quantité. « La Bohème, dit Boëce de Boot, produit « de très-beaux jaspes rouges, sanguins, pourprés, blancs et mé- « langés de toutes sortes de couleurs. » On trouve cette pierre en masses assez considérables pour en faire des statues. On connoît aussi les jaspes d'Italie, de Sicile, d'Espagne ; et il s'en trouve dans quelques provinces de France, comme en Dauphiné, en Provence, en Bretagne et dans le pays d'Aunis : c'est peut être au *zinopel* ou *sinople* que l'on doit rapporter ces jaspes grossiers et rougeâtres du pays d'Aunis.

CAILLOUX.

TOUTES les stalactites ou concrétions vitreuses demi-transparentes sont comprises dans l'énumération que nous avons faite des agates [1], cornalines, sardoines, prases, calcédoines, pierres hydrophanes et pétro-silex, entre lesquelles on trouve sans doute plusieurs nuances intermédiaires, c'est-à-dire, des pierres qui participent de la nature des unes et des autres, mais dont nous ne pouvons embrasser le nombre que par la vue de l'esprit, fondée sur ce que, dans toutes ses productions, la Nature passe par des degrés insensibles, et des nuances dont il ne nous est possible

[1] Voyez les pages 686. 689. 690. 691 694. 695. 698.

de saisir que les points saillans et les extrêmes : nous l'avons suivie de la transparence à la demi-transparence dans les matières qui proviennent du quarz, du feld-spath et du schorl; nous venons de présenter les jaspes qui sont entièrement opaques, et il ne nous reste à parler que des cailloux qui sont souvent composés de toutes ces matières mêlées et réunies.

Nous devons observer d'abord, que l'on a donné le nom de *cailloux* à toutes les pierres, soit du genre vitreux, soit du genre calcaire, qui se présentent sous une forme globuleuse, et qui souvent ne sont que des morceaux ou fragmens rompus, roulés et arrondis par le frottement, dans les eaux qui les ont entraînés : mais cette dénomination, prise uniquement de la forme extérieure, n'indique rien sur la nature de ces pierres; car ce sont tantôt des fragmens de marbres ou d'autres pierres calcaires, tantôt des morceaux de schiste, de granite, de jaspe, et autres roches vitreuses, plus ou moins usés et polis par les frottemens qu'ils ont essuyés dans les sables des eaux qui les ont entraînés. Ces pierres s'amoncellent au bord des rivières, ou sont rejetées par la mer sur les grèves et les basses-côtes, et on leur donne le nom de *galets* lorsqu'elles sont aplaties.

Mais les cailloux proprement dits, les vrais cailloux, sont des concrétions formées, comme les agates, par exsudation ou stillation du suc vitreux, avec cette différence que, dans les agates et autres pierres fines, le suc vitreux plus pur forme des concrétions demi transparentes, au lieu qu'étant plus mélangé de matières terreuses ou métalliques, il produit des concrétions opaques.

Le caillou prend la forme de la cavité dans laquelle il est produit, ou plutôt dans laquelle il se moule, et souvent il offre encore la figure des corps organisés, tels que les bois, les coquilles, les oursins, les poissons, etc., dans lesquels le suc vitreux s'est infiltré en remplissant les vides que laissoit la destruction de ces substances; lorsque le fond de la cavité est un plan horizontal, le caillou ne peut prendre que la forme d'une plaque ou d'une table sur le sol ou contre les parois de cette cavité : mais la forme globuleuse et la disposition par couches concentriques est celle que les cailloux affectent le plus souvent; et tous en général sont composés de couches additionnelles, dont les intérieures sont toujours plus denses et plus dures que les extérieures. La cause du mécanisme de cette formation se présente assez naturellement; car la matière qui suinte des parois de la cavité dans laquelle se forme le caillou, ne peut qu'en suivre les contours, et produire dans cette concavité une première couche, qu'on doit regarder comme le moule

extérieur et l'enveloppe des autres couches qui se forment ensuite et successivement au dedans de cette première incrustation, à mesure que le suc vitreux la pénètre et suinte au dedans par ses pores : ainsi les couches se multiplient en dedans, et les unes au-dessous des autres, tant que le suc vitreux peut les pénétrer et suinter à travers leurs pores. Mais lorsqu'après avoir pris une forte épaisseur et plus de densité, ces mêmes couches ne permettent plus à ce suc de passer jusqu'au dedans de la cavité, alors l'accroissement intérieur du caillou cesse et ne se manifeste plus que par la transmission de parties plus atténuées et de sucs plus épurés, qui produisent de petits cristaux. L'eau passant dans l'intérieur du caillou, chargée de ces sucs, en remplit d'abord la cavité; et c'est alors que s'opère la formation des cristaux qui tapissent l'intérieur des cailloux creux. On trouve quelquefois les cailloux encore remplis de cette eau, et tout observateur sans préjugé conviendra que c'est de cette manière qu'opère la Nature; car si l'on examine avec quelque attention l'intérieur d'un caillou creux ou d'une géode, telle que la belle géode d'améthyste qui est au Cabinet du Roi, on verra que les pointes de cristal dont son intérieur est tapissé, partent de la circonférence, et se dirigent vers le centre qui est vide : la couche extérieure de la géode est le point d'appui où sont attachées toutes ces pointes de cristal par leur base; ce qui ne pourroit être si la cristallisation des géodes commençoit à se faire par les couches les plus voisines du centre, puisque dans ce dernier cas ces pointes de cristal, au lieu de se diriger de la circonférence vers le centre, tendroient au contraire du centre à la circonférence, en sorte que l'intérieur, qui est vide, devroit être plein, et hérissé de pointes de cristal à sa surface.

Aussi m'a-t-il toujours paru que l'on devoit rejeter l'opinion vulgaire de nos naturalistes, qui n'est fondée que sur une analogie mal entendue. « Les cailloux creux, disent-ils, se forment autour « d'un noyau; la couche intérieure est la première produite, et « la couche extérieure se forme la dernière. » Cela pourroit être s'il y avoit en effet un noyau au centre, et que le caillou fût absolument plein; et c'est tout le contraire, car on n'y voit qu'une cavité vide et point de noyau. « Mais ce noyau, disent-ils, étoit « d'une substance qui s'est détruite à mesure que le caillou s'est « formé. » Or je demande si ce n'est pas ajouter une seconde supposition à le première, et cela sans fondement et sans succès, puisqu'on ne voit aucun débris, aucun vestige de cette prétendue matière du noyau : d'ailleurs ce noyau, qui n'existe que par supposition, auroit dû être aussi grand que l'est la cavité; et

comme dans la plupart des cailloux creux cette cavité est très-considérable, doit-on raisonnablement supposer qu'un aussi gros noyau se fût non-seulement détruit, mais anéanti, sans laisser aucune trace de son existence? Elle n'est en effet fondée que sur la fausse idée de la formation de ces pierres par couches additionnelles autour d'un point qui leur sert de centre, tandis qu'elles se forment sur la surface concave de la cavité, qui seule existe réellement.

Je puis encore appuyer la vérité de mon opinion sur un fait certain : c'est que la substance des cailloux est toujours plus pure, plus dure, et même moins opaque à mesure que l'on approche de leur cavité; preuve évidente que le suc vitreux s'atténue et s'épure de plus en plus en passant à travers les couches qui se forment successivement de la circonférence au centre, puisque les couches extérieures sont toujours moins compactes que les intérieures.

Quoique le caillou prenne toutes les figures des moules dans lesquels il se forme, la figure globuleuse est celle qu'il paroît affecter le plus souvent; et c'est en effet cette forme de cavité qui s'offre le plus fréquemment au dépôt de la stillation des eaux, soit dans les boursouflures des verres primitifs, soit dans les vides laissés dans les couches des schistes et des glaises par la destruction des oursins, des pyrites globuleuses, etc. : mais ce qui prouve que le caillou proprement dit, et surtout le caillou creux, n'a pas reçu cette figure globuleuse par les frottemens extérieurs comme les pierres auxquelles on donne le nom de *cailloux roulés*, c'est que celles-ci sont ordinairement pleines, et que leur surface est lisse et polie, au lieu que celle des cailloux creux est le plus souvent brute et raboteuse. Ce n'est pas qu'il ne se trouve aussi de ces cailloux creux qui, comme les autres pierres, ont été roulés par les eaux, et dont la surface s'est plus ou moins usée par le frottement; mais ce second effet est purement accidentel, et leur formation primitive en est totalement indépendante.

En rappelant donc ici la suite progressive des procédés de la Nature dans la production des stalactites du genre vitreux, nous voyons que le suc qui forme la substance des agates et autres pierres demi-transparentes, est moins pur dans ces pierres que dans les cristaux, et plus impur dans les cailloux que dans ces pierres demi-transparentes. Ce sont là les degrés de transparence et de pureté par lesquels passent les extraits des verres primitifs; ils se réunissent ou se mêlent avec des substances terreuses pour former

les cailloux, qui le plus souvent sont mélangés et toujours teints d'une matière ferrugineuse : ce mélange et cette teinture sont les causes de leur opacité. Mais ce qui démontre qu'ils tirent leur origine des matières vitreuses primitives, et qu'ils sont de la même essence que les agates et les cristaux, c'est l'égale densité des cailloux et des agates [1] : ils sont aussi à très-peu près de la même dureté, et reçoivent également un poli vif et brillant; quelques-uns deviennent même à demi transparens lorsqu'ils sont amincis; ils ont tous la cassure vitreuse, ils font également feu contre l'acier, ils résistent de même à l'action des acides, en un mot ils présentent toutes les propriétés essentielles aux substances vitreuses.

Mais comme chacun des verres primitifs a pu fournir son extrait, et que ces différens extraits se sont souvent mêlés pour former les cailloux, soit dans les rochers quarzeux et graniteux, soit dans les terres schisteuses ou argileuses, et que ces mélanges se sont faits à différentes doses, il s'est formé des cailloux de qualités diverses : la substance des uns contient beaucoup de quarz, et ils sont, par cette raison, très-réfractaires au feu; d'autres mêlés de feld-spath ou de schorl sont fusibles; enfin d'autres également fusibles sont mêlés de matières calcaires : on pourra toujours les distinguer les uns des autres, en comparant avec attention leurs propriétés relatives; mais tous ont la même origine, et tous sont de seconde formation.

Il y a des blocs de pierre qui ne sont formés que par l'agrégation de plusieurs petits cailloux réunis sous une enveloppe commune. Ces blocs sont presque toujours en plus grandes masses que les simples cailloux; et comme le ciment, qui réunit les petits cailloux dont ils sont composés, est souvent moins dur et moins dense que leur propre substance, ces blocs de pierre ne sont pas de vrais cailloux dans toute l'étendue de leur volume, mais des agrégats, souvent imparfaits, de plusieurs petits cailloux réunis sous une enveloppe commune : aussi leur a-t-on donné le nom particulier de *poudingues*, pour les distinguer des vrais cailloux. Mais la plupart de ces poudingues ne sont formés que de galets ou cailloux roulés, c'est-à-dire, de fragmens de toutes sortes de pierres, arrondis et polis par les eaux; et nous ne traitons ici que des cailloux simples, qui, comme les autres stalactites, ont été pro-

[1] Pesanteur spécifique du caillou olivâtre, 26067; de l'agate orientale, 26901; du caillou veiné, 26122; et de l'agate onyx, 26375; du caillou onyx, 26644. (Table de M. Brisson.)

duits par la concrétion du suc vitreux, soit dans les cavités ou les fentes des rochers ou des terres, soit dans les coquilles, les os ou les bois sur lesquels ce suc vitreux tomboit et qu'il pouvoit pénétrer.

On doit, comme nous l'avons dit, séparer des vrais cailloux les morceaux de quarz, de jaspe, de porphyre, de granite, etc., qui ayant été roulés, ont pris une figure globuleuse : ces débris des matières vitreuses sont en immense quantité; mais ce ne sont que des débris et non pas des extraits de ces mêmes matières, comme on le reconnoît aisément à leur texture qui est uniforme, et qui ne présente point de couches concentriques posées les unes sur les autres, ce qui est le véritable caractère par lequel on doit distinguer les cailloux de toutes les autres pierres vitreuses; et souvent ces couches qui composent le caillou sont de couleur différente.

Il se trouve des cailloux dans toutes les parties du monde; on en distingue quelques-uns, comme ceux d'Egypte, par leurs zones alternatives de jaune et de brun, et par la singularité de leurs herborisations. Les cailloux d'Oldenbourg sont aussi très-remarquables : on leur a donné le nom de *cailloux œillés,* parce qu'ils présentent des taches en forme d'œil.

On a prétendu que les agates, ainsi que les cailloux, renfermoient souvent des plantes, des mousses, etc.; et l'on a même donné le nom d'*herborisations* à ces accidens, et le nom de *dendrites* aux pierres qui présentent des tiges et des ramifications d'arbrisseaux : cependant cette idée n'est fondée que sur une apparence trompeuse, et ces noms ne portent que sur la ressemblance grossière et très-disproportionnée de ces prétendues herborisations avec les herbes réelles auxquelles on voudroit les comparer; et dans le vrai, ce ne sont ni des végétations, ni des végétaux renfermés dans la pierre, mais de simples infiltrations d'une matière terreuse ou métallique dans les délits ou petites fentes de sa masse : l'observation et l'expérience en fournissent également des preuves que M. Mongez a nouvellement rassemblées et mises dans un grand jour. Ainsi les agates et les cailloux herborisés ne sont que des agates et des cailloux moins solides, plus fêlés que les autres; ce seroient des pierres irisées si la substance du caillou étoit transparente, et si d'ailleurs ces petites fentes n'étoient pas remplies d'une matière opaque qui intercepte la lumière. Cette matière est moins compacte que la substance de la pierre; car la pesanteur spécifique des agates et des cailloux herborisés n'est pas

tout-à-fait aussi grande que celle de ces mêmes pierres qui ne présentent point d'herborisations [1].

On trouve ces prétendues représentations de plantes et d'arbres encore plus fréquemment dans les pierres calcaires que dans les matières vitreuses; on voit de semblables figures aussi finement dessinées, mais plus en grand, sur plusieurs pierres communes et calcinables de l'espèce de celles qui se délitent facilement et que la gelée fait éclater : ce sont les fentes et les gerçures de ces pierres qui donnent lieu à ces sortes de paysages; chaque fente ou délit produit un tableau différent, et dont les objets sont ordinairement répétés sur les deux faces contiguës de la pierre. « La matière co-« lorante des dendrites, dit M. Salerne, n'est que superficielle, « ou du moins ne pénètre pas profondément dans la pierre : « aussi, lorsqu'elles ont été exposées pendant un certain temps « aux injures de l'air, le coloris des images s'affoiblit insensible-« ment, et leurs traits s'effacent à la fin. Un degré de chaleur as-« sez modéré fait aussi disparoître promptement les herborisations « de ces dendrites; mais elles résistent sans altération à l'eau de « savon, à l'huile de tartre par défaillance, à l'esprit volatil de se « ammoniac, à l'esprit-de-vin : si au contraire on fait tremper « pendant quelque temps une dendrite dans du vinaigre distillé, « les figures s'effacent en partie, quoique leurs traces y restent « encore d'une manière assez apparente; mais l'esprit de vitriol « décolore sur-le-champ ces dendrites; et lorsqu'elles ont sé-« journé pendant vingt-quatre heures dans cette *liqueur*, le « paysage disparoît entièrement. » Néanmoins ces accidens n'agissent pas immédiatement sur les herborisations, et ne les effacent qu'en dissolvant la substance même de la pierre sur laquelle elles sont tracées; car cette pierre dont parle M. Salerne, étoit calcaire et de nature à être dissoute par les acides.

On peut imiter les herborisations, et il est assez difficile de distinguer les fausses dendrites des véritables. « Il est bien vrai « dit l'historien de l'académie, que pour faire perdre à des « agates ces ramifications d'arbrisseaux ou de buissons qui leur « ont été données par art, ou, ce qui est la même chose, efface, « les couleurs de ces figures, il ne faut que tremper les pierre « dans de l'eau-forte, et les laisser ainsi à l'ombre dans un lieu

---

[1] La pesanteur spécifique de l'agate orientale est de 25901 ; de l'agate irisée, 25535 ; de l'*agate herborisée*, 25981 : la pesanteur spécifique du caillou olivâtre, 26067 ; du caillou taché, 25867 ; du caillou veiné, 26122 ; du caillou onyx, 26644 ; et du *caillou herborisé d'Égypte*, 25648. (Table de M. Brisson.)

« humide pendant dix ou douze heures; mais il n'est pas vrai que « ce soit là, comme on le croit, un moyen sûr de reconnoître « les dendrites artificielles d'avec les naturelles. M. de la Condamine fit cette épreuve sur deux dendrites, moins pour la faire « que pour s'assurer encore qu'il n'en arriveroit rien; car les deux « agates étoient hors de soupçon, surtout par l'extrême finesse de « leurs rameaux, qui est ce que l'art ne peut attraper. Effectivement, pendant trois ou quatre jours, il n'y eut aucun changement : mais par bonheur les dendrites mises en expérience « ayant été oubliées sur une fenêtre pendant quinze jours d'un « temps humide et pluvieux, M. de la Condamine les retrouva « fort changées; il s'étoit mêlé un peu d'eau de pluie avec ce qui « restoit d'eau-forte dans le vase: l'agate où la couleur des arbrisseaux étoit la plus foible, l'avoit entièrement perdue, hors dans « un seul petit endroit; l'autre étoit partagée en deux parties; « celle qui trempoit dans la liqueur étoit effacée; celle qui demeuroit à sec avoit conservé toute sa netteté et la force des traits de « ses arbrisseaux. Il a fallu, pour cette expérience, de l'oubli, au « lieu de soin et d'attention. »

Il paroît donc que l'acide aérien, ainsi que les autres acides, pénètrent à la longue dans les mêmes petites fêlures qui ont donné passage à la matière des herborisations, et qu'ils doivent les faire disparoître lorsque cette matière est de nature à pouvoir être dissoute par l'action de ces mêmes acides : aussi avons-nous démontré que c'est cet acide aérien qui peu à peu décompose la surface des cailloux exposés aux impressions de l'air, et qui convertit, avec le temps, toutes les pierres vitreuses en terre argileuse.

FIN DU TOME TROISIÈME.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE.





